



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH  
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Mecànica**

# **DISSENY I FABRICACIÓ D'UNA TAULA DE REFREDAMENT**



## **Memòria i Annexos**

<b>Autor:</b>	Alex Regatos Molina
<b>Director:</b>	Oscar Farrerons Vidal
<b>Co-Director:</b>	-
<b>Convocatòria:</b>	Octubre 2019



## Resum

Disseny i fabricació d'una taula de refredament. Què es i per què?

Abans de tot pretenc introduir el concepte de la màquina objectiu d'aquest projecte.

El projecte és un projecte real, que va des del disseny inicial fins a l'entrega final al client. A dia d'avui hi ha 3 taules de refredament treballant dins d'una empresa líder en tractament tèrmic. L'estudi es realitzarà respecte una d'aquestes màquines, per fer unitaris tots els costos i que sigui més fàcil extreure conclusions.

Es tracta d'una màquina usada en fàbriques de l'àmbit metal·lúrgic, en concret en les de tractament tèrmic.

Com és sabut, a l'hora de fabricar una peça, a banda del disseny de la pròpia peça, i el material que la compona, un dels aspectes més importants és l'últim pas de la cadena de fabricació, el tractament tèrmic, que dotarà la peça objectiu d'unes característiques pròpies per al seu adequat funcionament posterior.

Aquí, en aquest punt de la cadena de fabricació, és on pren partit la taula de refredament. La seva funció es la de acollir les peces que surten dels forns industrials d'alta temperatura, a la vegada que les refreda d'una manera més ràpida que ho farien en condicions normals.

Un cop introduïda la màquina, el projecte en qüestió es basarà en un seguit de punts que van de del disseny mecànic segons exigències del client, generació de plànols i pressupost fins a la valoració final després de l'entrega.

El perquè d'aquest projecte és que es tracta d'un nou disseny d'una màquina, de nova implantació, i que possibilita la posada en pràctica de totes les parts i procediments propis d'un projecte.

## Resumen

Diseño y fabricación de una mesa de enfriamiento. Qué es y para qué?

Ante todo pretendo introducir el concepto de la máquina objetivo de este proyecto.

El proyecto es un proyecto real, que va desde el diseño inicial hasta la entrega final al cliente. A día de hoy hay 3 mesas de enfriamiento trabajando dentro de una empresa líder en tratamiento térmico. El estudio se realizará respecto una de estas máquinas, para hacer unitarios todos los costes y que sea más fácil extraer conclusiones.

Se trata de una máquina usada en fábricas del ámbito metalúrgico, en concreto en las de tratamiento térmico.

Como es sabido, a la hora de fabricar una pieza, además del diseño de la propia pieza, y el material que la compone, uno de los aspectos más importantes es el último paso de la cadena de fabricación, el tratamiento térmico, que dotará la pieza objetivo de unas características propias para su adecuado funcionamiento posterior.

Aquí, en este punto de la cadena de fabricación, es donde toma partido la mesa de enfriamiento. Su función es la de acoger las piezas que salen de los hornos industriales de alta temperatura, a la vez que las enfría de una manera más rápida que lo harían en condiciones normales.

Una vez introducida la máquina, el proyecto en cuestión se basará en una serie de puntos que van de del diseño mecánico según exigencias del cliente, generación de planos y presupuesto hasta la valoración final después de la entrega.

El porqué de este proyecto es que se trata de un nuevo diseño de una máquina, de nueva implantación, y que posibilita la puesta en práctica de todas las partes y procedimientos propios de un proyecto.

## **Abstract**

Design and manufacture of a cooling table. What is it and why?

First of all I intend to introduce the concept of the target machine of this project.

The project is a real project, ranging from initial design to final delivery to the customer. Today there are 3 cooling tables working in a leading thermal treatment company. The study will be performed on one of these machines, to unite all the costs and make it easier to draw conclusions.

It is a machine used in factories of the metallurgical sector, specifically in those of thermal treatment.

As is known, when making a piece, apart from the design of the piece, and the material that composes it, one of the most important aspects is the last step of the manufacturing chain, the thermal treatment, which It will provide the objective piece with its own characteristics for its proper subsequent operation.

Here, at this point in the manufacturing chain, is where the cooling table takes off. Its function is to accommodate the pieces that leave the industrial ovens of high temperature, while cooling them in a faster way than they would in normal conditions.

Once the machine is introduced, the project in question will be based on a series of points ranging from mechanical design to customer requirements, generation of plans and budget to final evaluation after delivery.

The reason for this project is that it is a new design of a machine that has not existed until now and that makes it possible to implement all the parts and procedures of a project.

## Agraïments

Per la realització d'aquest projecte, ha sigut bàsica la formació rebuda en l'àmbit del tractament tèrmic per part de l'empresa especialitzada en forns industrials, Proycotecme SL. Aquesta empresa, ha donat la possibilitat de realitzar aquest projecte i participar en la realització d'aquest. Per això és necessari agrair tant la font de coneixement dels seus tècnics com la confiança rebuda per la realització d'aquest projecte tant important pel desenvolupament de l'empresa. A més de tot el comentat, també m'ha facilitat l'accés al software Solid Edge ST9, programa de CAD bàsic per la realització de tots els plànols.

També vull agrair al meu tutor de TFG Dr. Oscar Farrerons, per marcar-me unes bones pautes i aportar opinions sempre constructives.

A banda de l'aspecte tècnic, i no menys important, vull agrair als meus familiars i a la meua parella, pel suport moral i la comprensió rebuda durant aquesta trajectòria que avui acaba.

# Índex

<b>RESUM</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>III</b>
<b>AGRAÏMENTS</b>	<b>IV</b>
<b>1. PREFACI</b>	<b>1</b>
1.1. Origen del treball .....	1
1.2. Motivació .....	1
<b>2. INTRODUCCIÓ</b>	<b>3</b>
2.1. Objectius del treball .....	5
2.2. Abast del treball .....	6
<b>3. CRONOLOGIA</b>	<b>7</b>
3.1. Proposta inicial de disseny .....	8
3.2. Càlculs i realització de croquis .....	9
3.2.1. Càlculs de càrregues .....	9
3.3. Realització del model 3D .....	12
3.4. Petició de material .....	13
3.5. Anàlisi peça per peça .....	16
3.6. Funcionament .....	29
<b>4. ANÀLISI DE L'IMPACTE AMBIENTAL [CTRL + SHIFT + 1]</b>	<b>33</b>
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>35</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</b>
<b>PRESSUPOST I/O ANÀLISI ECONÒMICA</b>	<b>41</b>
<b>PLÀNOLS:</b>	<b>46</b>

---

# 1. Prefaci

L'objectiu d'aquesta part és la d'introduir l'origen d'aquest treball i el perquè del meu interès en aquest àmbit de la enginyeria.

La taula de refredament és l'objecte d'aquest projecte, i el disseny i fabricació són els punts principals del mateix. Així doncs el projecte es basa en la màquina objectiu que té com a funció l'aparcament i refredament de les peces que surten dels forns d'alta temperatura.

## 1.1. Origen del treball

L'origen d'aquest treball, com tot projecte de la enginyeria, es basa en la obligació de satisfer una necessitat sorgida.

Així doncs darrera de tot procés de tractament de peces, sorgeixen una sèrie de necessitats a banda dels elements principals, que serien les peces a tractar i els forns. Aquests elements són entre d'altres, els utilitatges de subjecció de les peces, les taules d'aparcament, màquines engreixadores, o la pròpia taula de refredament que ens ocupa.

L'origen d'aquest projecte és la necessitat de proveir a un client d'una màquina capaç de satisfer els requeriments demanats. Així doncs, després de la consulta per part del client, s'inicia tot el procés de valoració, estudi, disseny i posterior fabricació.

## 1.2. Motivació

La meva motivació en aquest àmbit sorgeix de la meva feina com a tècnic mecànic en una empresa dedicada a la fabricació de forns. Aquesta empresa abasta des de la fabricació del propi forn com el manteniment posterior d'aquest, fabricació d'utilitatges, resistències, gresols, tubs radiants, o assessorament sobre processos de tractament tèrmic, entre d'altres.

La empresa en qüestió treballa sobre projecte, i aquest en concret forma part d'una línia de tractament tèrmic completa de nova implantació que va encarregar el client.

Aquest client es dedica al tractament de peces mitjançant el tractament tèrmic. És a dir no fabrica peces com a tal, sinó que altres clients li envien les seves peces prèviament mecanitzades, i en aquest





punt passa per una sèrie de tractaments, que doten a la peça de les característiques mecàniques i químiques finals desitjades.

La empresa on pertanyo es va ocupar de la fabricació de cadascun dels forns, engreixadores i taules de refredament que componen la línia de tractament. Jo, com a tècnic em vaig encarregar de la part de disseny i confecció de plànols de cadascuna d'aquestes màquines de la cadena de tractament tèrmic.

---

## 2. Introducció

Per la confecció d'aquest projecte, ha sigut necessària la meua experiència en aquest lloc de treball comentat. Anteriorment m'he ocupat del disseny d'altres màquines del mateix àmbit, com pot ser una engraixadora, o taules d'aparcament de les peces que surten del forn.

En concret aquest últim projecte és molt similar a la taula d'aparcament, però incorpora tots els elements necessaris per dur a terme la finalitat d'aquesta. (Campana d'extracció de fums, ventiladors, sensors de posició i temperatura, a més d'altres elements derivats pel bon funcionament d'aquesta).



Imatge 1. Font pròpia

Abans d'iniciar el procés de disseny, ha sigut primordial tenir en compte els coneixements previs en l'àmbit objectiu. Cal conèixer els tipus de materials que suporten altes temperatures, estructures aptes per suportar carregues de fins a 1.500 Kg, sistemes d'extracció de fums, o disseny mecànic per controlar la càrrega i descàrrega de les graelles de manera adequada i sense accidents.



Imatge 2. Font pròpia

En quan a materials, tot s'ha fet amb acer dolç bàsic [8], ja que la taula de refredament no entra en contacte directe amb les peces que surten del forn ni molt menys amb l'interior dels forns. Així doncs, no és necessària la utilització d'acers amb alt contingut de carboni, com podrien ser els Alloy 330, incolloy 601 o 800HT. Per altre banda, per exemple les graelles que sí que entren dins dels forns, sí que estan construïdes amb aquest tipus de materials refractaris.

---

## 2.1. Objectius del treball

Donant per suposat que l'objectiu numero 1 d'aquest projecte, com tots els que es presenten, es la correcta satisfacció del client. Altres objectiu, no menys importants, són els que s'han assolit durant el procés de disseny i fabricació d'aquesta màquina.

L'objectiu d'aquest treball de fi de grau, és la posta en pràctica de totes les capacitats obtingudes durant tots aquests anys.

Tornant a l'objectiu principal d'aquest projecte, satisfer una necessitat del client, a continuació es presenta quina és aquesta necessitat i l'objectiu fonamental de la màquina dins de la cadena de tractament tèrmic.

Dins del conjunt de màquines que treballen en la línia, la taula de refredament es situa en el segon esglaó. És a dir després del forn, primer esglaó. Es següent i últim pas es la màquina engreixadora.

L'objectiu principal del projecte és solucionar la problemàtica que sorgeix en el pas intermedi entre la sortida de les peces del forn i l'entrada a la màquina engreixadora. Bàsicament el problema resideix en l'etapa de refredament. Prèviament les peces tractades a altes temperatures es deixaven refredar a temperatura ambient a sobre d'unes taules de rodets convencionals. Les peces degut al llarg temps de refredament començaven a oxidar-se i això suposava un greu problema en quan a pèrdues de característiques finals de la peça.

Així doncs la taula de refredament forçat pretén solucionar aquest inconvenient. Per a tal, el que fa és aplicar un mètode de refredament forçat i controlat, molt més ràpid que a temperatura ambient.

Aquest refredament és necessari ja que el següent pas és la màquina engreixadora. En aquest últim procés d'engreixar les peces no poden arribar calentes ja que podria provocar incendis.

La màquina engreixadora s'usa sobretot per peces que posteriorment tindran un transport llarg, sobretot el marítim i necessiten d'una capa superficial de greix que les protegeixi i eviti la oxidació.

El funcionament d'aquesta màquina es basa en el següent. Rep les peces prèviament refredades i les submergeix en un tanc d'oli. La màquina incorpora sensors de temperatura per evitar la introducció de peces calentes. El fet de submergir les peces calentes al tanc d'oli podria provocar incendis i fins i tot explosions.

Tornant a l'objectiu primordial del projecte, la taula de refredament permet el refredament controlat de les peces que necessiten ser engreixades i n'evita la oxidació prematura d'aquestes.

---

## 2.2. Abast del treball

Tot i que l'objectiu final del projecte, com així ha sigut, és la fabricació de tres taules de refredament, l'abast d'aquest treball es limita en la part mecànica, de gestió de material, de pressupost, entre d'altres.

Tot i que s'ha condicionat la màquina per la instal·lació elèctrica, deixant espai per el posicionament de quadres elèctrics de control o el posicionament de sensors, aquest és un apartat realitzat per tècnics electrònics i electricistes. És a dir, es té constància de cadascun dels elements elèctrics que intervenen, però no s'ha participat en la instal·lació. Així doncs sí que es tenen en compte a l'hora de la confecció de plànols generals o la realització del pressupost entre d'altres. A la vegada en el transcurs del treball s'explica la procedència i funció de cadascun dels aparells.

---

### 3. Cronologia

A continuació s'exposen una sèrie d'apartats, ordenats cronològicament, que mostren tots els passos realitzats des del moment en què es rep la sol·licitud d'oferta del client fins a l'entrega del producte final demanat.

D'aquesta manera tots els passos que formen el procés queden ordenats i formen una mena de guia molt útil per la realització de qualsevol projecte de caire industrial.

El procés, com ja he comentat anteriorment, comença amb la recepció d'un escrit del client. En aquest text s'exposen temes com les problemàtiques existents, limitacions, ja siguin tècniques o econòmiques, i finalment, i la més important la necessitat.

Un cop enregistrades totes aquestes dades, acompanyades de fotografies, vídeos i/o visites al client si s'escau, entra en escena el punt numero 1 de la realització del projecte, la proposta inicial de disseny.

---

### 3.1. Proposta inicial de disseny

La primera fase, és una de les més importants, ja que és possible que aquest mateix projecte estigui sol·licitat a altres empreses competidores, i la confecció d'un disseny robust i atractiu pot marcar la diferència.

Per tant aquest primer disseny ha de satisfer totes les necessitats a la vegada que ha de ser realitzat amb la màxima brevetat possible per tractar de seduir i convèncer al client.

Paral·lelament a aquest disseny cal anar realitzant una estimació de cadascun dels materials que intervindran, per ser capaç de passar una proposta econòmica que s'ajusti al màxim al cost final.

Per això la oferta ha de ser el més econòmica possible per seduir el client, però també ha d'incloure uns marges.

A part dels beneficis que es vulguin obtenir, cal introduir aquests marges per evitar que possibles complicacions sorgides durant el procés acabin encarint el preu final i no s'obtinguin els beneficis desitjats, fins i tot, en el pitjor dels casos, pèrdues.

En aquest últim cas, quedaria clar que no s'ha fet una bona planificació i es veurien tots els aspectes que no s'han tingut en compte i que s'han d'aplicar en un futur.

A continuació exposo, resumidament, el correu electrònic rebut en el seu dia, on s'expliquen totes les necessitats i restriccions.

Primerament s'explica que es tracta d'una empresa que ha construït una nau industrial dedicada exclusivament a la instal·lació d'una línia de tractament tèrmic.

Així doncs, la taula de refredament ha de tenir unes mides determinades. S'exposen mitjançant croquis les mesures exteriors i interiors exactes necessàries pel bon funcionament automatitzat de la línia.

Es dona molta importància a la necessitat de complir aquestes mesures al mil·límetre, ja que aquestes taules reben la càrrega mitjançant un carro automatitzat, i un error, per mínim que sigui, pot causar un gran problema a la producció.

Un altre requeriment es el de càrrega de pes que hauran de suportar.

També ve explícit la necessitat d'incloure elements de seguretat.

---

Tots aquests elements són els que s'han valorat minuciosament, i el compliment estricte de cadascun d'ells, a la vegada d'una bona proposta econòmica, va fer possible la obtenció del projecte.

Després de l'acceptació de la oferta llançada es posa en marxa el procés de fabricació, i deixa de ser una proposta a una realitat.

El primer pas després de l'acceptació és la realització dels plànols. Aquests nous plànols poc tenen a veure amb els croquis inicials, ja que a mesura que es va avançant en el disseny apareixen nous aspectes que obliguen a modificar diferents parts.

Aquest procés de disseny es realitza amb el suport constant del client, que ha de respondre amb brevetat a qualsevol dubte o proposta feta, per donar el vist i plau i no endarrerir aquest tràmit.

## **3.2. Càlculs i realització de croquis**

En aquesta part és on es recullen tots els requeriments del client i s'esbossa un croquis de la màquina. Es tracta de transportar les paraules al paper en forma de dibuix, i serveix per posar mides generals importants.

Evidentment en un croquis no es tenen en compte mesures i toleràncies que s'ajusten al mil·límetre.

El que sí que és molt important, abans de passar al següent pas, és la realització i repàs minuciós dels càlculs. En aquest cas els càlculs més importants són els que satisfan les exigències de pes del client.

En concret, la taula de refredament haurà de suportar càrregues de fins a 1.500Kg. Aquest pes quedarà repartit primerament i per contacte directe amb els rodets, i aquest pes es transmetrà a l'estructura metàl·lica inferior.

Es per això que cal obrir un sub-apartat per tractar aquests aspectes.

### **3.2.1. Càlculs de càrregues**

Les càrregues de fins a 1.500Kg es dipositaran sobre les taules en un suport en forma de graella. Un carro automatitzat, quan arribi a la posició frontal a la taula, empenyerà la graella que rodarà pels rodets fins a quedar completament dipositada sobre el total d'aquests rodets.

Per aquest motiu cal fer l'estudi de distribució de càrregues sobre els rodets. [7]

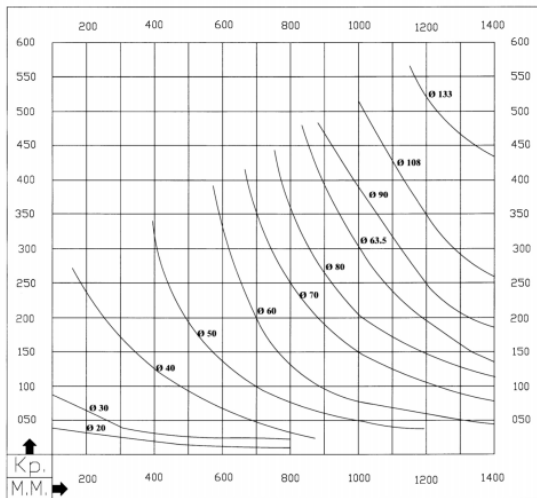


Per fer-ho cal fixar-se en tots els punts de la trajectòria d'entrada, és a dir, en el primer moment la càrrega estarà suportada en part per el primer dels rodets de la taula i gran part encara en el carro.

Per aquest motiu, el punt on tot el pes de la càrrega serà suportada exclusivament per la taula serà en el punt final, on el carro ja no exerceix cap mena de força.

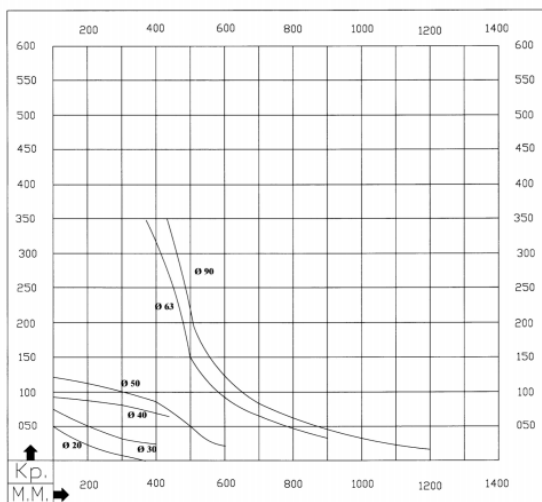
Per la confecció d'aquests rodets s'ha acudit a un fabricant nacional de rodets que els fabrica segons mesures sobre plànol. Es tracta d'un fabricant de total confiança i amb un preu molt competitiu.

Diagrama de càrregues del tub:



Gràfic 1, Font Codimar

Diagrama de càrregues de l'eix:



Gràfic 2. Font Codimar

---

Després de fer un estudi del catàleg del proveïdor, es va escollir un diàmetre de rodet conseqüent a la seva llargada, que ve donada per la amplada de la graella, sumant-li uns petits marges.

Un cop escollit el model, el proveïdor facilita característiques tècniques del rodet.

Segons el catàleg tècnic facilitat pel proveïdor, i aplicant un coeficient de seguretat alt del 1,5, el resultat obtingut és que es necessiten un mínim de 6 rodets, repartits uniformement al llarg de la taula.

Les variables modificables del rodet són:

- Diàmetre exterior del rodet = 63mm
- Diàmetre de l'eix central del rodet = 25mm
- Longitud del rodet = segons especificacions del client.
- Geometria dels encaixos dels extrems = segons plànols adjunts.
- Gruix de xapa del cos del rodet = 3mm
- Material = acer dolç (S-275JR)

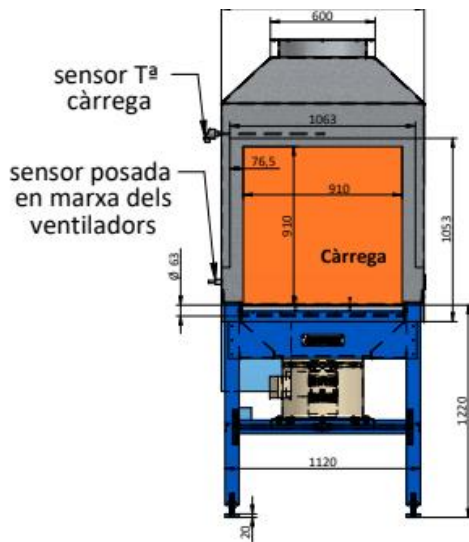
Finalment s'opta per un rodet amb capacitat per 500kg (mai un sol rodet suportarà la totalitat de la càrrega de 1500kg, sinó que estarà repartida entre la resta de rodets o el carro de càrrega). Per això els rodets es situen equidistants i s'evita un sobre esforç no desitjat d'algun d'ells.

Tot i que no hauria d'haver-hi accidents, altres agents externs al disseny com podrien ser una mala fabricació o un excés de càrrega, o el simple pas del temps, el rodet danyat podria ser substituït de manera senzilla. Els rodets estan col·locats dins unes ranures que ens possibiliten la seva extracció i recanvi sense haver de desmuntar altres peces de la taula.

Un cop realitzats tots els croquis i càlculs previs la idea inicial pren forma i es pot passar al següent punt, la realització del disseny 3D del model amb l'ajut de l'ordinador.

### 3.3. Realització del model 3D

Aquest punt és un dels més importants, sinó el que més, de tot el projecte. Aquí és on es dibuixa, amb l'ajut d'un software de disseny assistit per ordinador (Solid Edge ST9), tots i cadascun dels elements de la màquina. [3]



Imatge 3. Font pròpia

És molt útil per comprovar que les mesures esbossades en el croquis són correctes i no interfereixen amb altres parts del model. Fet que provocaria errors en el muntatge i posterior funcionament. Un error en el disseny suposarà, a part de un mal funcionament, un seguit de pèrdues econòmiques que dificultaran molt complir amb els objectius inicials.

Primerament es dibuixen cadascuna de les peces que formen la taula i a mesura que es va avançant es van afegint al conjunt de l'ensamblatge.

El mètode emprat ha estat el de estructurar el procés de dibuix per parts, és a dir petits conjunts que més tard s'ensamblen a la vegada en el conjunt total.

Alguns d'aquest petits grups d'ensamblatge poden ser, el conjunt potes, el conjunt estructura, el conjunt d'elements de fixació d'elements desmontables, entre d'altres.

Durant aquesta fase del projecte sorgeixen moltes petites modificacions ja que és ara quan després de dibuixar totes les peces individualment, es munten en el mateix ensamblatge. En aquest punt del

---

procés les modificacions són mínimes, sovint només d'ajust de toleràncies a peces que es munten tocant l'una amb l'altra.

Un cop l'ensamblatge encaixa perfectament i s'ha acabat el conjunt final, s'envia al client el model definitiu, juntament amb la oferta econòmica final, per què dongui el seu vist i plau i llum verda al següent pas del procés, la fabricació.

Per la realització d'aquesta oferta econòmica final, cal ajustar-se al màxim a la realitat del cost de fabricació, per això cal demanar preus de tot el material, productes, utilitats i hores de fabricació que seran necessàries. Com he comentat amb anterioritat, cal cenyir-se al màxim a la realitat per complir l'objectiu final de tot projecte que són els beneficis. Per evitar que possibles complicacions puguin fer perillar aquest benefici desitjat, s'introdueixen uns marges de seguretat.

Per fer la sol·licitud de preus als proveïdors cal, abans, tenir uns plànols complets de cadascuna de les parts que es vol obtenir.

Després de cuidar meticulosament tots els detalls, el client dona la seva aprovació i es posa en marxa el procés de fabricació com a tal.

Abans de la fabricació en taller, intervé la fase de petició de material.

### **3.4. Petició de material**

Aquest procés es basa en la petició de material necessària per la fabricació de la màquina.

El fet de disposar ja de tots els preus de cadascuna de les peces, demanats per fer la oferta econòmica final, facilita molt aquesta tasca.

En el procés anterior de la oferta, ja s'ha realitzat la tria dels proveïdors més adients. Per fer una bona cerca de preus, cal enviar la mateixa sol·licitud d'oferta a un mínim de dos proveïdors, per simple fet de no quedar-se amb el primer preu obtingut i poder fer balança després de conèixer els marges per on es mouen els preus de mercat per un mateix producte.

Així doncs, com que la tria ja està prèviament feta, només cal tornar a contactar els proveïdors escollits per fer la petició de material.

---

A continuació mostro un exemple de plantilla del model de petició de material emprada:

*"Bon dia,*

*El present correu és per cursar comanda del següent material:*

*3,00u.....Viga 6m UPN 80*

*5,00u.....Pasamà calibrat de 1000x40x6mm*

*...*

*Material tot en acer dolç F-1 calibrat proporcionat per vosaltres.*

*Preus, plaç d'entrega i ports segons oferta adjunta. (Sol·licitud de preu anterior).*

*Adjuntar albarans valorats (Per facilitar el pressupost final).*

*Per qualsevol dubte posar en contacte amb el correu remitent.*

*Moltes gràcies, salutacions.*

*Alex."*

En el cas de peces tallades a mesura al làser, s'adjunten plànols en pdf i en format 3D. El motiu és que la majoria d'empreses d'aquest àmbit treballen amb màquines de tall de control numèric i agafen la peça en format 3D i la introdueixen directament en g-code a la màquina de tall.

Això agilitza el procés de tall a la vegada que impossibilita errors de transmissió de dades a la màquina, ja que la peça que es talla és exactament igual a la dibuixada.

En aquest cas al tractar-se d'un material comú, com és l'acer dolç, el proporciona el mateix proveïdor de tall làser. Si es tractés de materials especials com aliatges refractaris caldria subministrar el material desitjat. Per això es disposa d'una llista de proveïdors que subministren xapa en altres calitats com AISI 310, Alloy 330, Incoloy DS entre d'altres, que posteriorment s'enviaria a tallar al làser.

El termini de fabricació per peces de tall làser [5] oscil·la entre els 5 i els 7 dies. Si s'inclouen altres processos com el plegat el termini oscil·la entre els 10-12 dies. I augmentarà també amb altres processos com el roscat, pintat, etc.

Un cop el material ha estat tallat, es comunica via mail i es gestiona la recollida mitjançant alguna agència de transport. Depenent de les mides i pes del material a recollir s'opta per una o un altre

---

agència per abaratir costos, ja que cada agència s'especialitza en un tipus de paquet depenent de la flota de vehicles de la que disposa. Això repercuteix en el preu de la recollida.

Una vegada el material està en el taller, cal comprovar primerament, que les quantitats de peces es corresponen tant les de la petició de material, com l'albarà d'entrega, com la quantitat real entregada.

Un cop estan comprovades les quantitats cal comprovar les mides. Per a això, amb plànol en mà, cinta mètrica i peu de rei, es revisen cadascuna de les mesures de la peça en qüestió. Aquesta revisió cal fer-la el més aviat possible, tant bon punt arriba el material al taller. El fet de fer-ho ràpid es per dos casos. El primer que en cas d'error, el proveïdor dona un marge de uns 10 dies, normalment, després de la recepció del material per fer devolucions. I l'altre és que en cas d'error caldrà fer la reclamació perquè entreguin el material correcte, i com més es trigui en fer-la més es triga en rebre el nou material. En cas de urgència, un error extern, pot endarrerir tot el procés de fabricació i inclús la data d'entrega a client.

El material sempre ve acompanyat d'un albarà, que després de revisar-lo s'arxiva junt amb els altres albarans de la mateixa fabricació. Això ens permetrà fer una revisió final del cost del projecte.

Després de la revisió protocol·lària, cal entregar el material junt amb els plànols de fabricació als operaris que s'encarreguen de la fabricació mecànica ( tallar, soldar, corbar , etc.).

Els plànols s'entreguen a taller de manera ordenada, seguint un ordre de fabricació prèviament estudiat, per tal de que l'operari no hagi de pensar què ha de fer en aquell moment, o per on ha de començar.

Un cop han estat entregats els plànols, la feina següent és la de revisió de les feines que es van fent, i restar a disposició de l'operari per qualsevol dubte que pugui sorgir.

### 3.5. Anàlisi peça per peça

A continuació s'exposa una taula on es mostra cadascuna de les parts de què consta la màquina:

(Els plànols individualitzats de cada peça es troben adjunts al final del projecte)

Listado de despiece			
Nº	Plano	descripción	Qty
01	P01	Patí dret	1
02	P02	Patí esquerra	1
03	P03	Porta rodets	2
04	P04	Porta guia	2
05	P05	Guia	1
06	P06	Posicionament carro	1
07	P07	Escuadra reforç	4
08	P08	Pota	4
09	P09	Espàrrec	4
10	P10	Suport pota	4
11	P11	Suport ventiladors	1
12	P12	Suport xapa	4
13	P13	Ventilador	2
14	P14	Final carrera càrrega	2
15	P15	Suport posterior	1
16	P16	Xapa posterior	1
17	P17	Xapa lateral	2
18	P18	Xapa davantera	1

Taula 1. Font pròpia

---

### **P01 Patí dret:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 8mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es doble:
  - o Suport per on llisquen les pinces del carro de càrrega.
  - o Suport on es fixa la xapa de la campana.



### **P02 Patí esquerra:**

- Peça simètrica a P01.

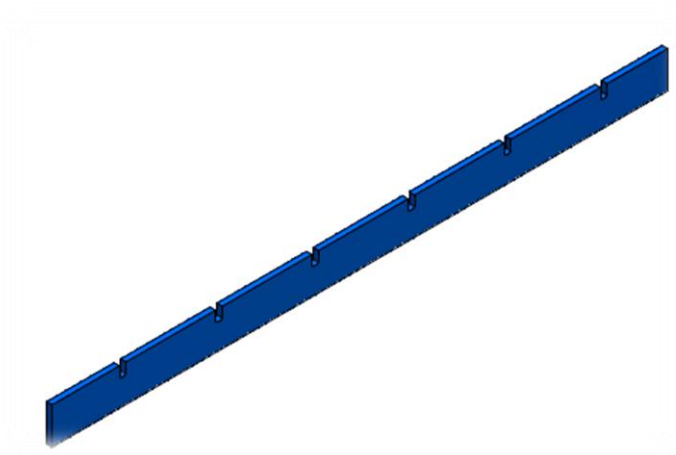
### **P03 Porta rodets:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 12mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de suport pel rodets que encaixen en les ranures.

Té un gruix de 12mm capaç de suportar grans esforços sense debilitar-se.

Les ranures permeten encaixar els extrems dels rodets de manera que permet que aquests rodin de la manera que han estat dissenyats i els immobilitza lateralment per evitar moviments no desitjats. A la vegada el fet de muntar-se en una ranura, permet que es puguin intercanviar de manera senzilla en cas de fallada d'algun dels rodets o alguna altra part de la taula.

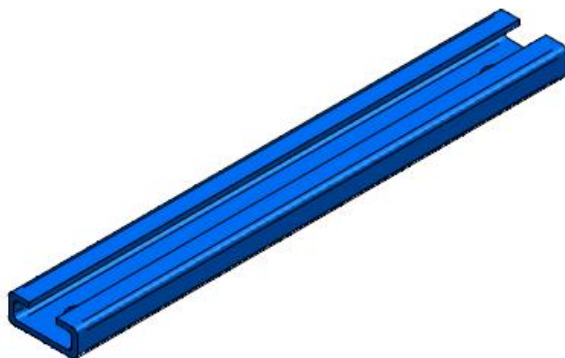




#### **P04 Porta guia:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 2mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de suport per la guia de la mateixa geometria però més llarga. Permet ajustar la altura de la guia llarga, P05.

Tots aquest ajustos son primordials, ja que el sensor frontal de la taula ha d'estar col·locat de manera precisa i poder ser detectat pel sensor del carro de càrrega i descàrrega de peces i poder realitzar aquest procés de manera eficient i sense incidents.

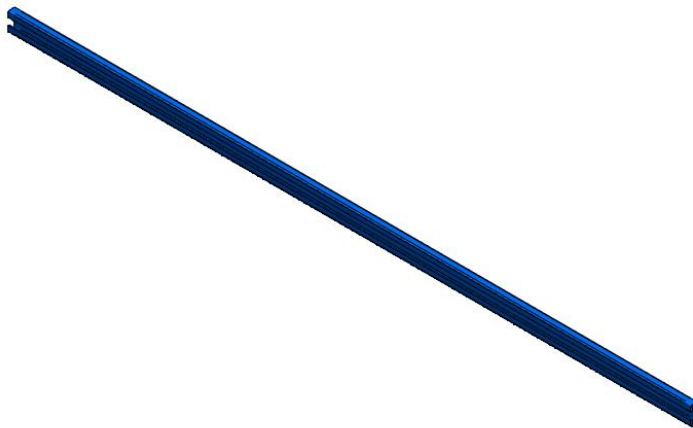


---

#### **P05 Guia:**

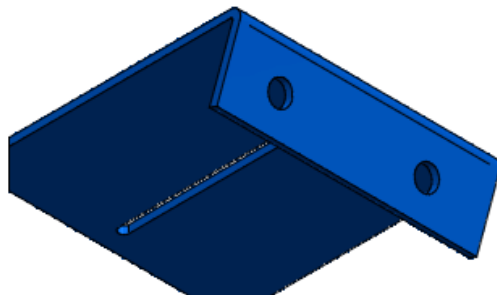
- Material S235-JR.
- Xapa de 2mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de suport per la peça P06.

Permet ajustar la seva posició horitzontal. Igual que en la guia curta dels costat, la guia allarga compleix la missió de ajustar correctament el sensor de posició per al carro de càrrega i descàrrega.



#### **P06 Posicionament carro:**

- Material S235-JR.
  - Xapa de 3mm de gruix.
  - La funció d'aquesta peça es la de permetre el correcte posicionament del carro de càrrega. Evita col·lisions i permet que la graella de peces entri correctament.
- La seva geometria es senzilla, disposa d'una ranura central que es la que interfereix amb el sensor de posició del carro, i permet que aquest s'aturi en la posició idònia per realitzar el procés desitjat.



---

### **P07 escaire reforç:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 5mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de reforçar les juntes entre bigues en la estructura que suporta tot el pes. La seva funció és bàsica, i no compleix una funció estructural principal, com si que ho fan les UPN, però si que actua com a reforç.

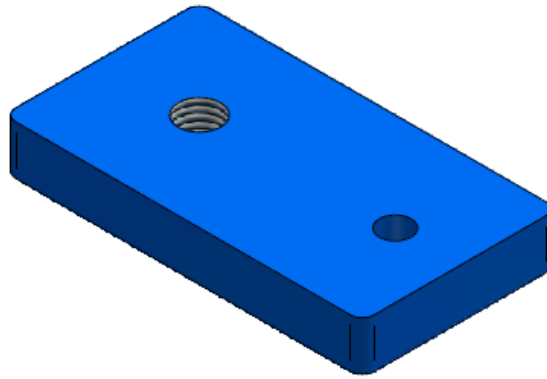


### **P08 pota:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 20mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de suportar tot el pes de la taula de refredament i establitzar-la. Consta d'una base àmplia i un gruix elevat per tal de donar consistència la base de l'estructura.

Té un forat roscat en el qual s'introdueix l'espàrrec de la pota de la taula. El fet de fer-lo roscat és per enfortir encara més aquesta unió. Rosca i soldadura acturan conjuntament en aquest punt de la taula.

L'altre forat és passant per els qual s'hi introdueixen uns anclatges que la fixaran finalment al terra del client.



**P09 espàrrec:**

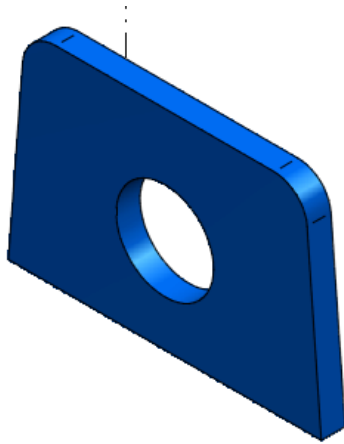
- Material S235-JR.
- Espàrrec roscat M-20.
- La funció d'aquesta peça es la de suportar tot el pes de la taula de refredament i estabilitzar-la, a la vegada que permet ajustar l'altura de les potes.
- Per l'extrem inferior es rosca i solda a la pota de gruix 20, i per l'extrem superior es rosca la xapa suport pota de gruix 5mm. En aquest punt, roscat, és on es permet l'ajust mitjançant la rosca a dretes o esquerra de l'espàrrec per deixar l'altura desitjada de cadascuna de les potes.



---

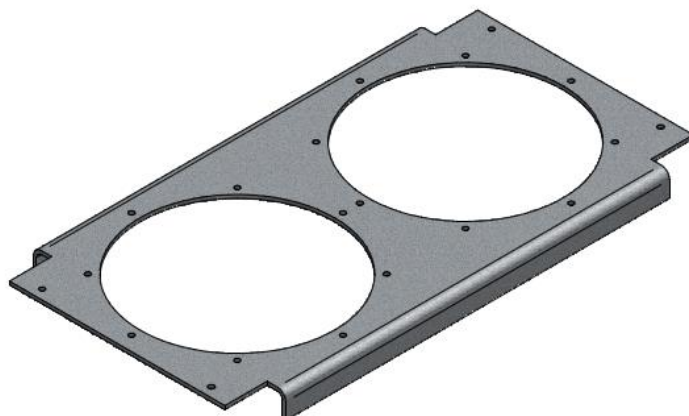
### **P10 suport pota:**

- Material S235-JR.
  - Xapa de 5mm de gruix.
  - La funció d'aquesta peça es la d'enllaç entre l'espàrrec de les potes i la estructura de la UPN. Tot el seu perímetre exterior s'ajusta de manera exacta al perfil interior de la UPN, a la qual es solda.
- El forat és passant pel qual s'introdueix l'espàrrec i es fixa a l'altura desitjada mitjançant femelles i volanderes, també de M-20.



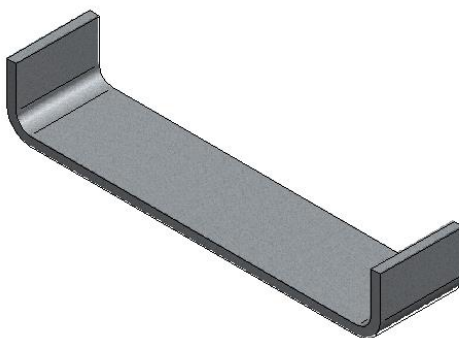
### **P11 suport ventiladors:**

- Material S235-JR.
  - Xapa de 8mm de gruix.
  - La funció d'aquesta peça es la de suportar el pes dels ventiladors.
- Ha estat dissenyada per coincidir de manera exacta amb la geometria dels ventiladors escollits. Els ventiladors es fixen amb cargols per cadascun dels forats que envoltes el cercle principal.
- A la vegada els tres forats dels extrems cauen sobre la biga UPN de la estructura i permeten fixar el suport de ventiladors al conjunt de l'estructura de la taula de refredament.



**P12 suport xapa:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 8mm de gruix.
- La funció d'aquesta peça es la de subjectar les xapes fines de la xemeneia interior amb l'estructura de la taula. Són uns suports que van soldats tant a la estructura com a la xapa de la xemeneia interior. Per tant, no és una part desmuntable ja que no impedeix l'accés a cap altre part de la taula que pugi necessitar ser desmuntada sigui quin sigui el motiu (recanvi, fallada, revisió..)



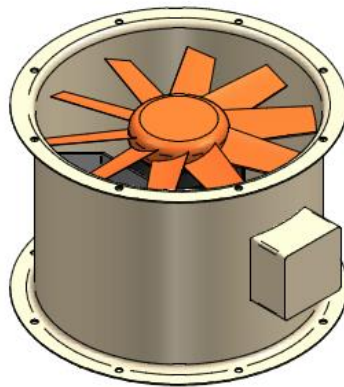
---

### **P13 ventilador:**

Ventilador monofàsic de 230V 50Hz i fins a 4kW de potència.

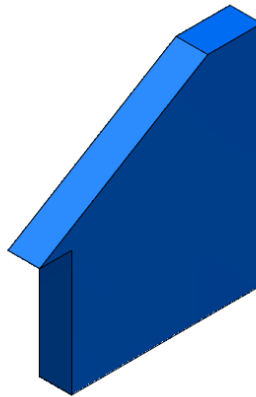
Dimensions màximes respectant l'espai disponible del interior de la taula de refredament.

La seva funció és la de crear corrents d'aire ascendent que provoquen la evacuació del calor que desprenen les peces que surten dels forns. L'ajuda dels ventiladors afavoreix un refredament més ràpid i una millora en l'eficiència de temps d'asseccament en les peces. A la vegada es produeix una extracció controlada, verticalment el que permet l'extracció de l'aire per uns conductes i no sobreescalfa l'ambient de la nau. [8]



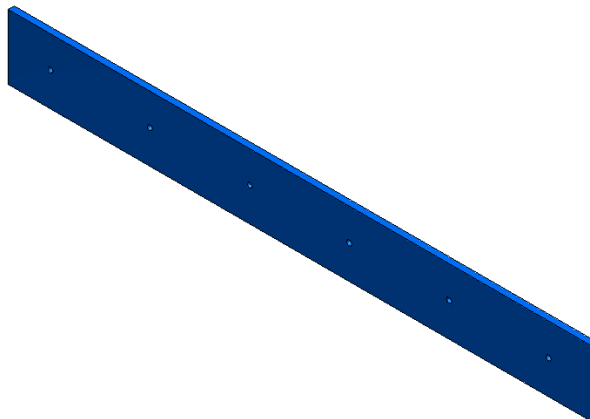
### **P14 final carrera càrrega:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 10mm de gruix.
- Aquestes dues peces es situen al final del recorregut dels rodets, soldada en la xapa posterior. La funció d'aquesta peça es la de tope mecànic de la graella de peces, evita que la graella arribi al final de la taula. Té una doble missió, evitar glopeigs no desitjats a l'estructura pròpia de la taula i a la vegada fa que un cop la graella arriba a aquesta posició final, encara quedi un espai fins el final de la taula i permeti que les pinces del carro puguin entrar correctament per retirar les graelles en el moment final. Aquesta peça suportarà cops de càrregues de fins a 1500Kg, per tant se li dona un gruix considerable de 10mm i es solda tot el perfil disponible per dotar-la de consistència suficient.
-



**P15 suport posterior:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 10mm de gruix.
- Aquesta peça té una doble funció. Primerament forma part de la estructura de la taula i hi té soldats els dos finals de carrera anteriorment comentats.
- L'altre funció és la de subjectar la campana d'extracció de fums, que es per mitjà de cargols als forats d'aquesta xapa.

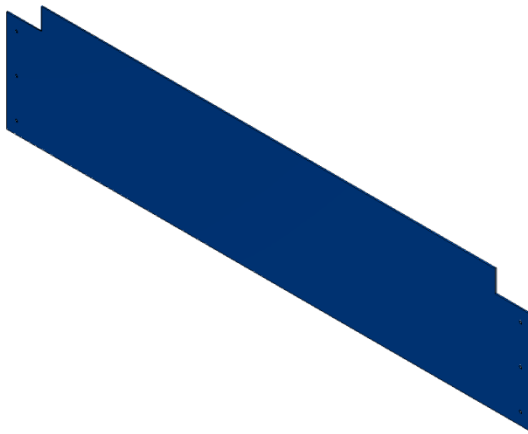




---

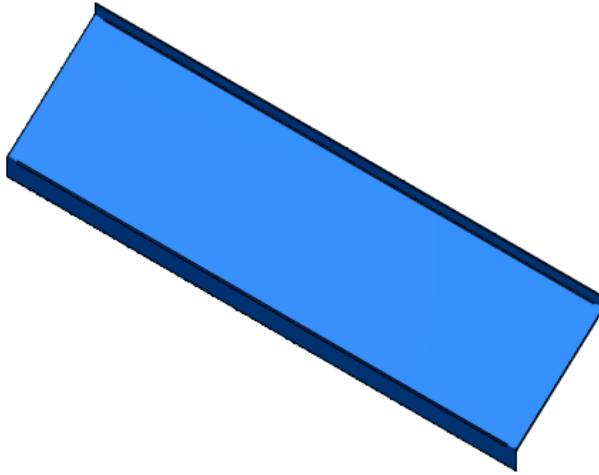
#### **P16 xapa posterior:**

- Material S235-JR.
  - Xapa de 2mm de gruix.
  - Aquesta peça forma part de la xemeneia d'extracció de fums interior. La funció d'aquesta peça es la de tancament per conduir el flux d'aire calent cap amunt i evitar fugues pels laterals. És primordial una bona conducció dels fums, i aconseguir que es realitzi únicament a través de la campana. Un mal tancament provocaria les comentades fugues laterals que escalfarien molt l'ambient de la nau més proper a les taules de refredament.
- La seva fixació a l'estructura general de la taula es realitza per mitjà de cargols, fet que la fa desmuntable i permetre l'extracció senzilla dels ventiladors en cas de fallada o revisió.



#### **P17 xapa lateral:**

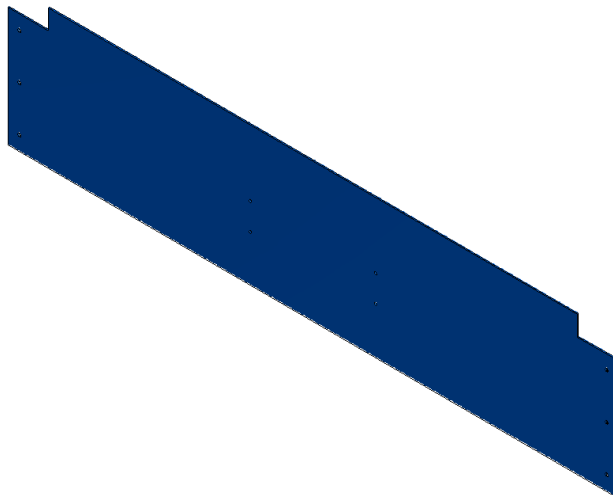
- Material S235-JR.
  - Xapa de 2mm de gruix.
  - La funció d'aquesta peça es la de tancament per conduir el flux d'aire calent cap amunt i evitar fugues pels laterals.
- En aquest cas la seva fixació és mitjançant la soldadura, per tant no és desmuntable. L'accés a l'interior, als ventiladors, es realitzarà per la part davantera i posterior, que sí que són desmuntables.



**P18 xapa davantera:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 2mm de gruix.
- Compleix la mateix funció que la xapa posterior anteriorment comentada, forma part del tancament que condueix l'aire dels ventiladors cap amunt i evita fugues no desitjades dels fums. Com la xapa posterior, és desmuntable, i permet l'accés als ventiladors en cas de necessitat d'acció.

-

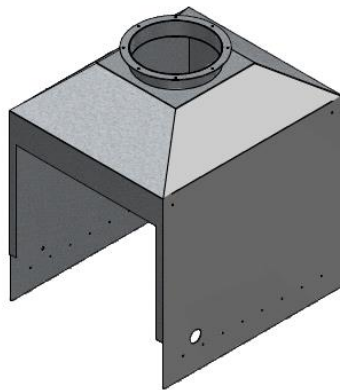


---

#### **TR04 campana d'extracció:**

- Material S235-JR.
- Xapa de 4mm de gruix.
- Es fixa a l'estructura a mode xemeneia. És l'encarregada d'albergar la graella en el seu interior i guiar-ne els fums calents que es desprenen de les peces. Consta d'un forat d'entrada per on entra la graella. I una xemeneia a la part superior a la qual s'hi connecta un tub extractor de fums que els expulsa a l'exterior de la nau.

A més d'aquestes parts que la formen, també hi té els orificis creats per connectar-hi el sensor de posició davanter i el termopar superior.



### 3.6. Funcionament

Com s'ha comentat, la taula de refredament forma part de la línia de tractament tèrmic. Abans de que les peces arribin a la màquina objectiu, passen per un seguit de forns de pre-escalfament i de revingut. D'aquest forns surten les peces a unes temperatures molt elevades que oscil·len entre els 500 i els 1000°C i necessiten, per tant d'una etapa de refredament.

Anteriorment a la implantació de les taules de refredament les graelles carregades de peces es situaven en simples taules de rodets, les qual la seva única funció era suportar el pes de les graelles de fins a 1500Kg. Aquest fet provocava que la temperatura ambient al voltant d'aquestes taules d'aparcament fos mol elevada i incòmode pel personal de la nau. Així doncs, per solucionar aquest inconvenient s'han dissenyat les taules de refredament forçat.

La taula de refredament, inclou, a més d'una estructura similar a la antiga taula de rodets, un sistema d'extracció de fums, que permet extreure de la nau el calor que desprenen les peces en la etapa de refredament. A més gràcies als ventiladors s'accelera aquest procés, a la vegada que es torna un procediment controlat i més eficient gràcies als sensors de temperatura que s'instal·len.

A continuació es procedeix a una espècies de guia, en la qual s'expliquen pas a pas cadascun dels passos que segueixen les peces des de la sortida dels forns fins a la sortida de les taules de refredament.



Imatge 4, Font pròpia

Per fer-ho més ordenat s'exposa la taula de processos següent:

Nº procés	Definició	Explicació	Elements que actuen
1	Sortida del forn	El carro de càrrega es posiciona davant de la sortida del forn i introdueix les pinces per extreure la graella.	Forn Carro
2	Posicionament carro a la taula de refredament	El carro avança per la guia de desplaçament fins posicionar-se davant de la taula de refredament	Carro Posicionament carro
3	Càrrega de la taula de refredament	El carro desplega les pinces empenyent la graella a l'interior de la taula. La graella fa topall en el final de carrera posterior.	Carro Final de carrera
4	Retirada del carro	Les pinces del carro es recullen i es retira.	Carro
5	Accionament ventiladors	Quan el sensor de posició situat a l'entrada de la taula detecta la sortida de les pinces acciona els ventiladors.	Sensor de posició Ventiladors
6	Parada de ventiladors	Quan el termopar situat a la part superior de la campana detecta la temperatura desitjada desactiva els ventiladors.	Termopar Ventiladors
7	Posicionament carro a la taula	Un cop les peces estan refredades el carro torna a situar-se davant de la taula guiat pel sensor de posicionament frontal.	Carro Posicionament carro Carro
8	Descàrrega de la graella	El carro torna a introduir les pinces per retirar la graella i endur-se-la al següent pas de la línia.	Carro

Taula 2. Font pròpia.

---

Així doncs, queden explicats cadascun dels elements que actuen en la taula de refredament.

Cal esmentar també que durant el temps d'accionament dels ventiladors, els fums calents s'extreuen per dalt de la xemeneia. S'hi connecten uns extractors de fum que extreuen l'aire calent de la nau evitant sobreescalfament.

També, finalment, comentar que després de la taula de refredament les peces es porten a un màquina engreixadora. El funcionament d'aquesta màquina, en la que també ha participat Proycotecme SL és el següent. Les peces fredes entren a l'interior de la màquina que consta d'un ascensor. L'ascensor baixa i submergeix les peces en oli per engreixar-les. L'ascensor torna a pujar i s'accionen uns ventiladors que eliminen els excessos d'oli de les peces. Finalment es procedeix a la retirada de les peces correctament engreixades per conservar-les en correcte estat per la final distribució del producte.

Aquest és el final de la línia de tractament tèrmic. Cada màquina ha complert la seva missió i les peces estan llestes per seguir en la seva etapa de producció corresponent.

---

## 4. Anàlisi de l'impacte ambiental [Ctrl + Shift + 1]

En quant a l'impacte ambiental derivat es pot afirmar que es tracta d'una màquina "neta".

És una màquina on no existeixen matèries contaminants, ni en la pròpia màquina ni en el que es desprèn d'aquesta.

En quan a utilització de recursos, la taula de refredament ha estat construïda amb acer dolç, S-235JR. Si bé, és un material relativament senzill i econòmic, no està exempt d'una prèvia explotació del terreny i posterior tractament químic. Aquests processos, encara que controlats provoquen un atac al medi ambient, tant en explotació de recursos il·limitats com en emissió de gasos a l'atmosfera.

Això en quant al procés previ a la construcció del projecte. Durant el procés de fabricació l'impacte ambiental ha sigut mínim però no menyspreable. En aquesta fase del projecte s'han emprat un gran nombre de transports de material, amb la emissió de gasos contaminants que això comporta.

Un altre aspecte d'aquesta fase ha estat l'important nombre de soldadures de què consta la fabricació. Això ha provocat l'emissió de gasos, fums i radiacions, a més de la conseqüent despesa elèctrica i de gasos, recursos també il·limitats.

En l'etapa final, la de treball de la màquina, és per això que l'he anomenat una màquina "neta", no es produeix un alt atac ambiental.

La taula de refredament únicament afecta en aquest aspecte en dos casos: emissió de fums i gest elèctric.

La despesa elèctrica és moderada, consums de ventiladors sensors, termopars i quadres de comandament.

En quant a l'emissió de fums, es tracta d'uns fums que s'extreuen de la nau per no sobreescalfar-la però no són contaminants. Simplement es tracta del calor després de les peces que surten dels forns.

La última etapa, però, és la del final de vida del producte. En haver-se fabricat amb acer dolç, totes les parts de la màquina són reciclables i reutilitzables. Actualment hi ha una gran infraestructura de reciclatge de ferro i altres acers i això podrà ajudar, en part, a reduir la sobreexplotació realitzada d'aquest recurs.

---

## Conclusions

Com s'ha comentat en el gruix del projecte, aquesta màquina és un projecte real, com a resultat de una necessitat d'un client. A mode de conclusió es valora si l'objectiu inicial s'ha complert i si s'ha assolit la satisfacció final del client.

Així doncs, el problema a resoldre és que les peces que surten dels forns necessiten d'un procés de refredament, i en aquest, les peces s'oxidaven considerablement, produint pèrdues en les propietats finals.

Després de més de tres mesos en que les taules de refredament formen part de la línia de tractament tèrmic comentada, aquest problema inicial s'ha resolt. Les peces necessiten d'un temps de refredament de l'ordre de 4 vegades menys que el que necessitarien a temperatura ambient. Per tant podem dir que l'objectiu s'ha complert satisfactòriament.

Altres aspectes com la implantació dins d'una línia de tractament ja existent, també ha sigut un èxit. La taula de refredament s'ha instal·lat segons les especificacions inicials i forma part del conjunt sense impediments. Així doncs, les peces que necessiten d'aquest tractament són traslladades dels forns a les taules de refredament i d'aquestes a la màquina engreixadora de manera automàtica i sense errors.

S'ha aconseguit, per tant la millora d'un sistema ja existent, implantant en el mig de la línia una altre màquina que n'accelera la producció n'evita la oxidació de peces.

Una mostra del èxit, n'és la nova comanda de 3 taules de refredament més en les que s'està treballant actualment.



---

## Bibliografia

A continuació una llista dels portals webs que han sigut de gran ajuda (ISO 690):

- [1] Inoxmat complementos náuticos. Tornillería de rosca mètrica [En línia][data de consulta: 10 de març 2019] Disponible a: [http://www.inox-mat.com/tornillos\\_rosca\\_metrica.html](http://www.inox-mat.com/tornillos_rosca_metrica.html)
- [2] Traceparts. Biblioteca de archivos 3D [En línia][data de consulta: 10 de gener 2019] Disponible a: <https://www.traceparts.com/es>
- [3] GrabCad. Community of designers [En línia][data de consulta: 8 de gener 2019] Disponible a: <https://grabcad.com/>
- [4] Hylok. Products fittings [En línia][data de consulta: 20 de març 2019] Disponible a: <https://www.hylokusa.com/fittings/>
- [5] Grupo goded. Corte láser [En línia][data de consulta: 5 de gener 2019] Disponible a: <https://www.goded.com/servicios-corte-laser/>
- [6] Revetón. Productos [En línia][data de consulta: 22 de juny 2019] Disponible a: <https://reveton.com/location/exclusives-tot-color-s-a-2/>
- [7] Rodillos Codimar. Productos [En línia][data de consulta: 08 de febrer 2019] Disponible a: <https://www.rodilloscodimar.com/es/>
- [8] Aleaceres. Calidades [En línia][data de consulta: 11 de gener 2019] Disponible a: <http://www.aleaceres.com/calidades/acero-al-carbono>
- [9] Aceros del Vallès. Productos [En línia][data de consulta: 15 de gener 2019] Disponible a: [http://www.acerosdelvalles.com/1\\_7\\_productos.html](http://www.acerosdelvalles.com/1_7_productos.html)
- [10] Sodeca. Ventiladores helicoidales [En línia][data de consulta: 16 de març 2019] Disponible a: <https://www.sodeca.com/es/productos/ventiladores-helicoidales-c1?fil=50>



TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Mecànica**

# **DISSENY I FABRICACIÓ D'UNA TAULA DE REFREDAMENT**



**Pressupost i/o anàlisi econòmica**

**Autor:** Alex Regatos Molina  
**Director:** Oscar Farrerons Vidal  
**Co-Director:** -  
**Convocatòria:** Octubre 2019



## Pressupost i/o Anàlisi Econòmica

En aquest apartat s'hi ha d'incloure el pressupost desglossat i agrupat per capítols, incloent la mesura dels mitjans emprats i la valoració econòmica dels mateixos (costos d'enginyeria, mà d'obra, materials, etc.).

En quant al pressupost, a continuació es presenten tots els costos deduïts del disseny i fabricació de la taula de refredament. Es divideixen en tres camps:

-Costos d'enginyeria

-Mà d'obra

-Materials

### Costos d'enginyeria:

Concepte	Persona/Prov.	Preu(€/h)	Unitats(h)	Preu total(€)
Disseny	Tècnic	25	50	1250

Taula 3. Font pròpia

### Mà d'obra:

Concepte	Persona/Prov.	Preu(€/h)	Unitats(h)	Preu total(€)
Fabricació	Operari	20	88,5	1770

Taula 4. Font pròpia

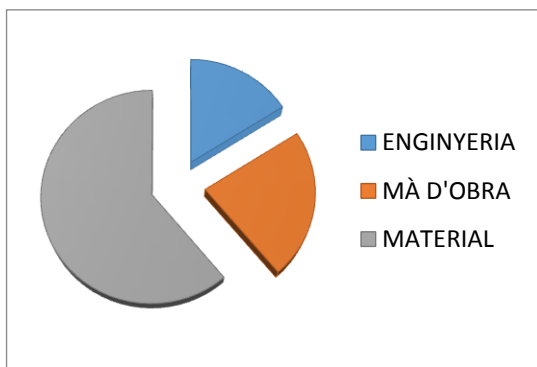
### **Material:**

Concepte	Persona/Prov.	Preu(€/h)	Unitats(h)	Preu total(€)
Làser	Laser Goded	-	-	2155
Acer laminat	Aceros del Valles	-	-	50
UPN	Comercial de Laminados	-	-	400
Ventiladors	Sodeca	415	2	830
Rodets	Codimar	15	6	90
Cargols [1]	Joyma	-	-	60
Elèctric	DAP	-	-	510
Pintura [6]	Pinter	30	3	90
Transports	MRW/Sertrans	-	-	470
Soldadura	Game	-	-	100
<b>TOTAL:</b>				<b>4755</b>

Taula 5. Font pròpia

Concepte	Preu total(€)	%
Enginyeria	1250	16,1
Mà d'obra	1770	22,8
Material	4755	61,1
<b>TOTAL:</b>	<b>7775</b>	

Taula 6. Font pròpia



Gràfic 3. Font pròpia

Després de valorar tots els aspectes del pressupost el cost final és de 7775€ .

A aquest cost se li ha de sumar el benefici que es vol obtenir. Depenent del client, s'aplica un benefici o un altre. Aquest aspectes que poden influir són si es tracta d'un client nou que interessa començar a treballar amb ell se li aplicarà un marge més baix. Si es tracta d'una empres més gran o més petita també variarà.

Finalment el PVP és doncs de  $7775€ + 15\%(\text{benefici}) = 9330€$



TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Mecànica**

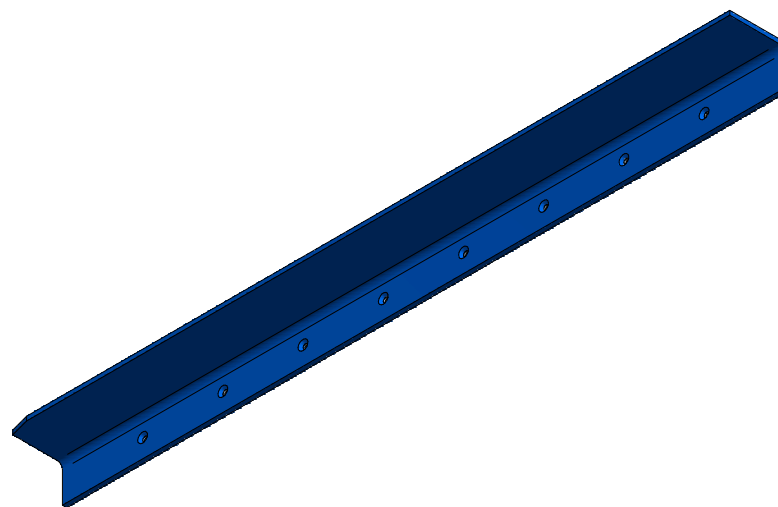
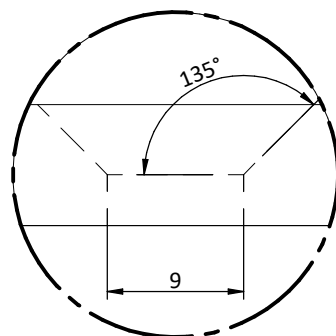
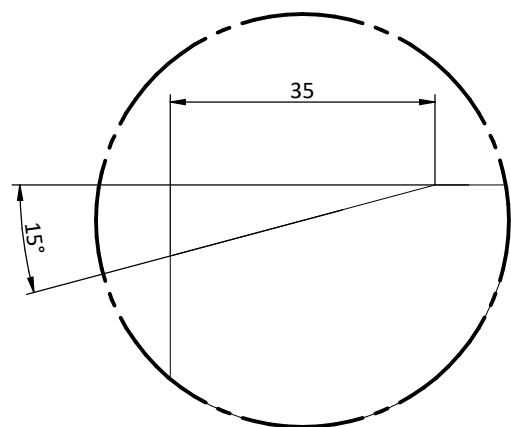
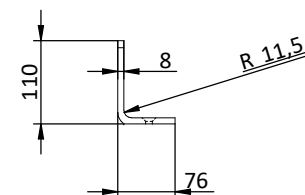
# **DISSENY I FABRICACIÓ D'UNA TAULA DE REFREDAMENT**



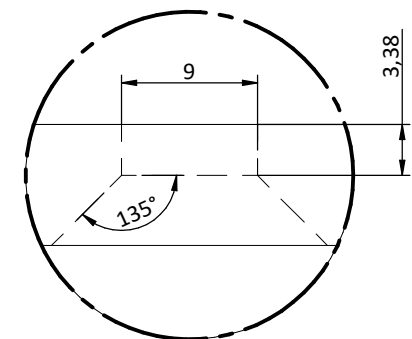
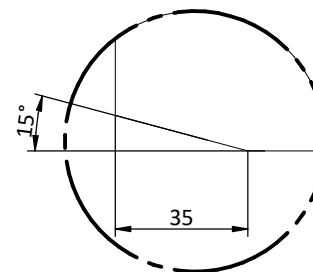
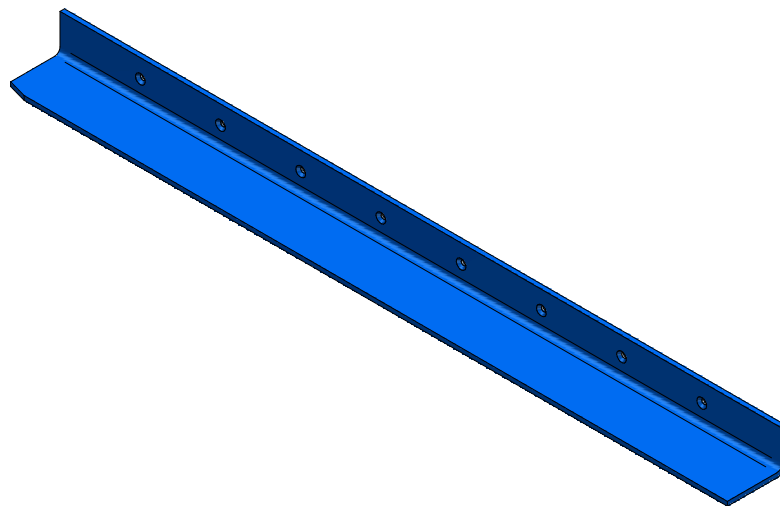
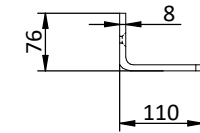
**Plànols**

**Autor:** Alex Regatos Molina  
**Director:** Oscar Farrerons Vidal  
**Co-Director:** -  
**Convocatòria:** Octubre 2019






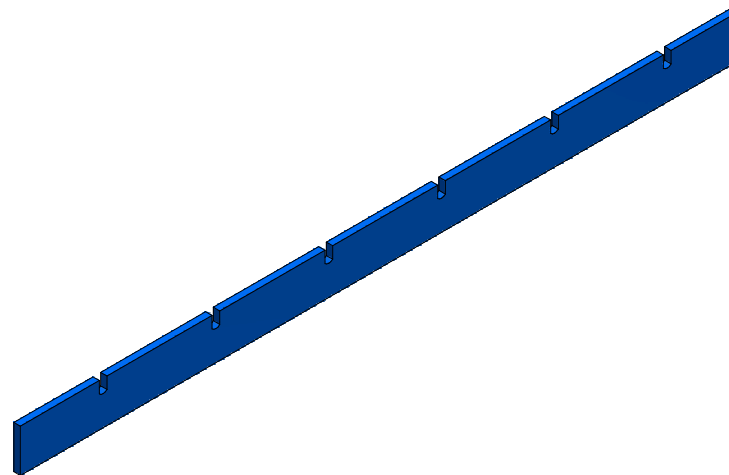
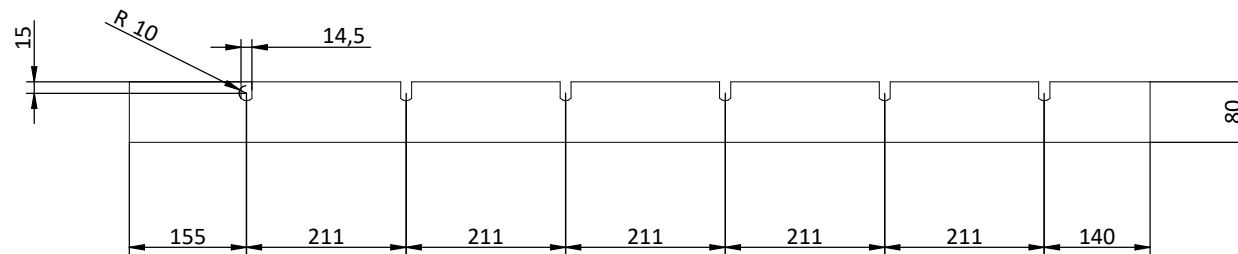
Dibujado	Alex Regatos	03/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	03/03/2019				
Fabricación	TFG	 	Pati dret			
Plano	P01	Peso	13,108 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P01 Pati dret.dft			Cantidad 1	Hoja 1-1	Escala 1:5
Rev. 1						
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$						



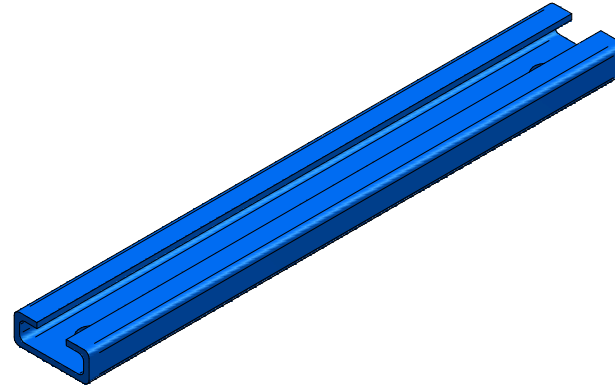
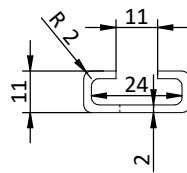
### DETALLE B

Dibujado	Alex Regatos	03/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	03/03/2019				
Fabricación	TFG	 	<b>Patí esquerra</b>			
Plano	P02	Peso	13,108 kg	Material	S-275JR	A4-H
Archivo	TFG P02 Patí esquerra.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1 Escala 1:10 Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25</math> y <math>\pm 0,5^*</math></i>						

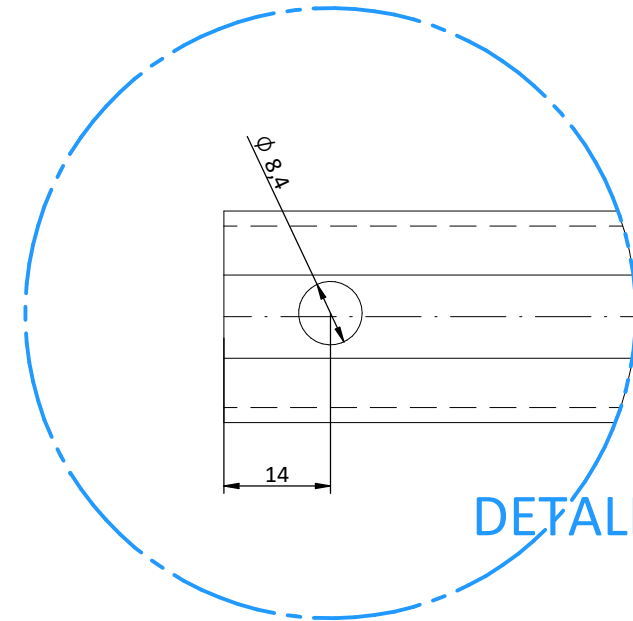




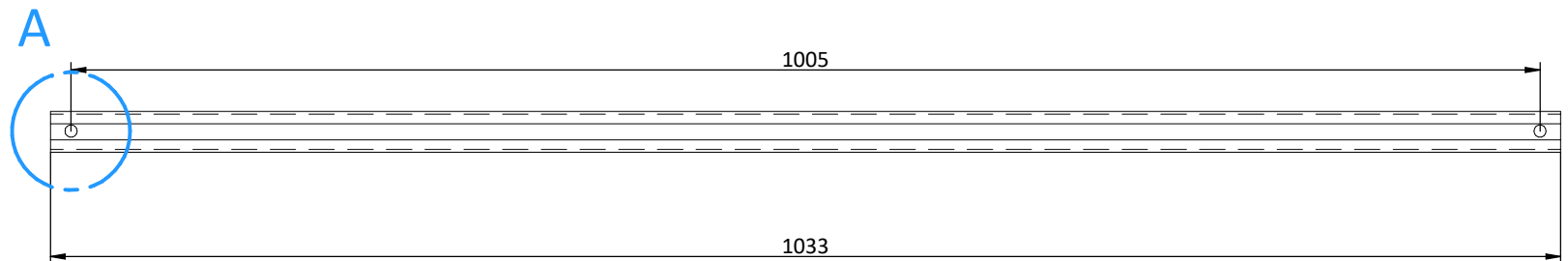
Dibujado	Alex Regatos	15/03/2019	 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>					
Comprobado	Oscar Farrerons	15/03/2019						
Fabricación	TFG	 	<b>Porta rodets</b>					
Plano	P03	Peso	8,795 kg	Material	S-235JR	A4-H		
Archivo	TFG P03 porta rodets.dft			Cantidad	2	Hoja 1-1	Escala 1:10	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5 *								





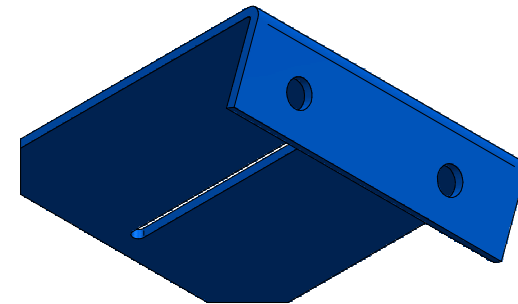
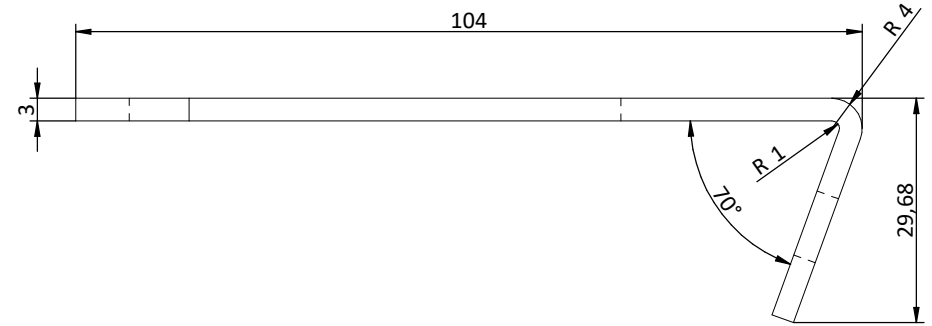
Dibujado	Alex Regatos	15/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est.			
Comprobado	Oscar Farrerons	15/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Porta guia</b>			
Plano	P04	Peso	0,162 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P04 porta guia.dft			Cantidad	2	Hoja 1-1    Escala 1:2    Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25</math> y <math>\pm 0,5</math></i>						






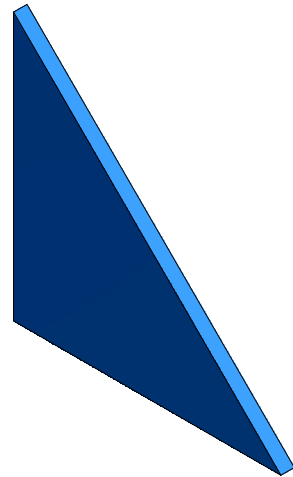
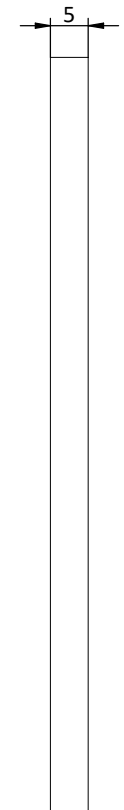
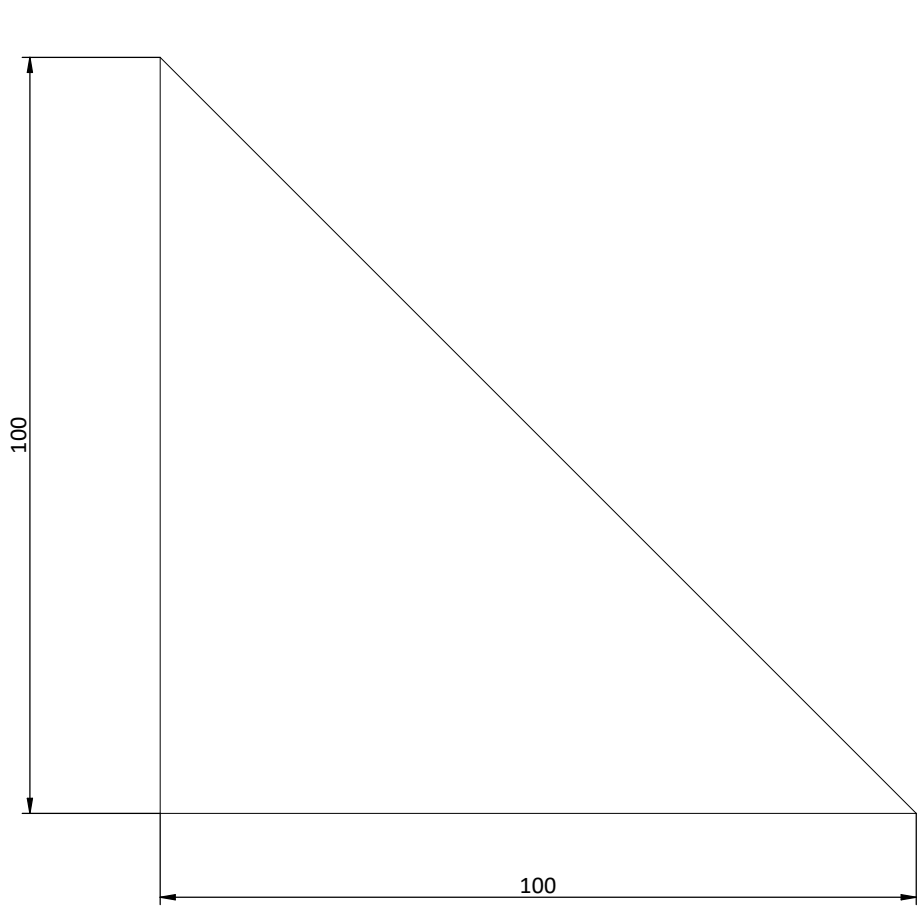
## DETAÏLLE A




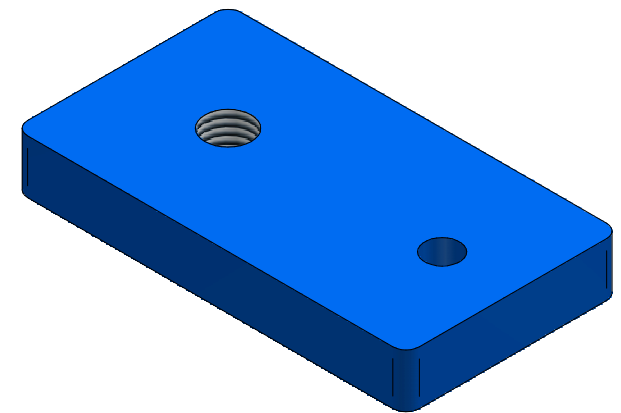
Dibujado	Alex Regatos	15/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	15/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Guía</b>			
Plano	P05	Peso	0,842 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P05 guía.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1    Escala 1:1    Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25</math> y <math>\pm 0,5</math></i>						





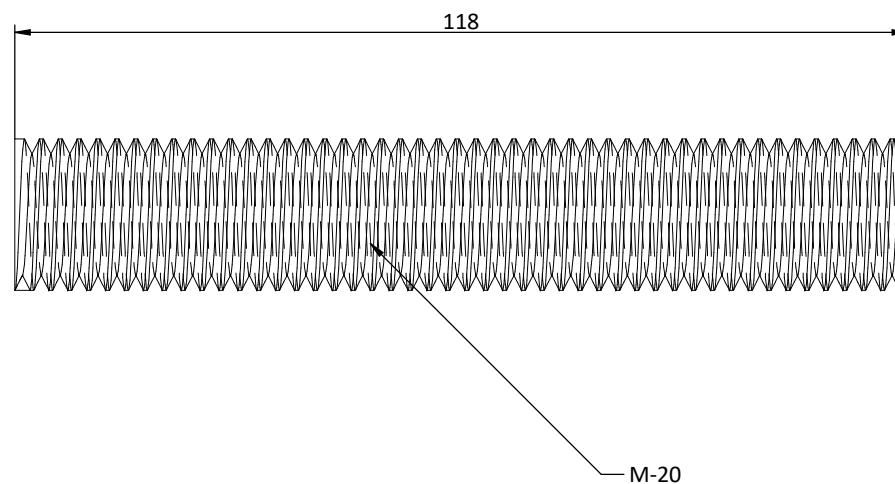
Dibujado	Alex Regatos	14/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est					
Comprobado	Oscar Farrerons	14/03/2019						
Fabricación	TFG	 	<b>Posicionament carro</b>					
Plano	P06	Peso	0,259 kg	Material	S-235JR	A4-H		
Archivo	TFG P06 posicionament carro.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:1	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$								



Dibujado		Alex Regatos		14/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				
Comprobado		Oscar Farrerons		14/03/2019					
Fabricación		TFG			Escuadra reforç				
Plano	P07		Peso	0,196 kg	Material	S-235JR		A4-H	
Archivo	TFG P07 escuadra reforç.dft				Cantidad	6	Hoja 1-1	Escala 1:1	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5°									



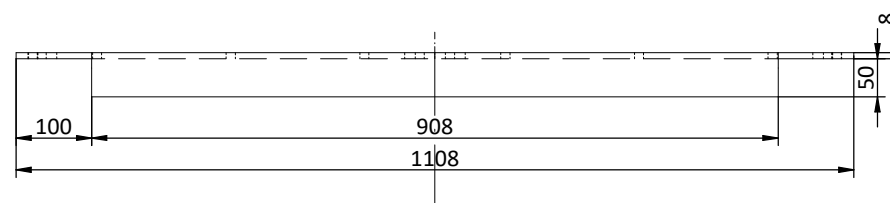
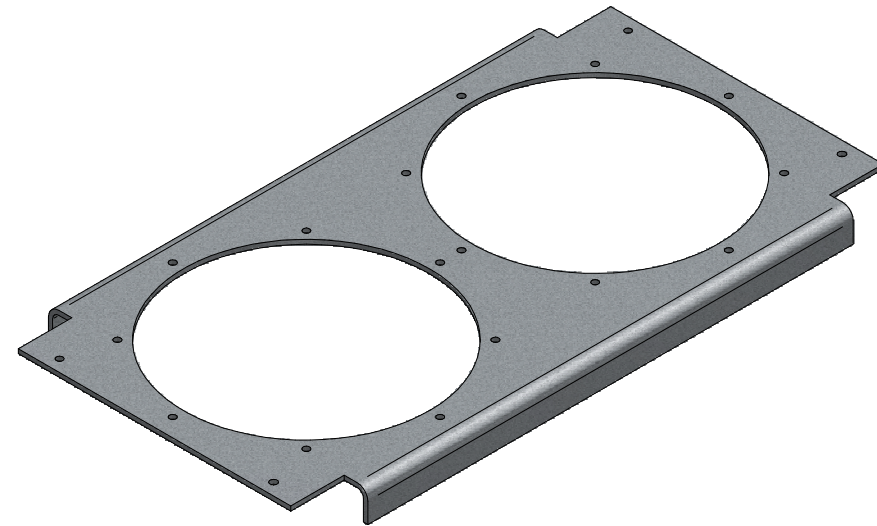
Dibujado	Alex Regatos	14/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	14/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Pota</b>			
Plano	P08	Peso	1,563 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P08.pota.dft			Cantidad	4	Hoja 1-1 Escala 1:1 Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5°</i>						





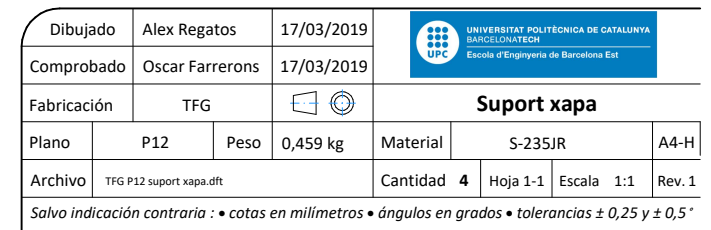
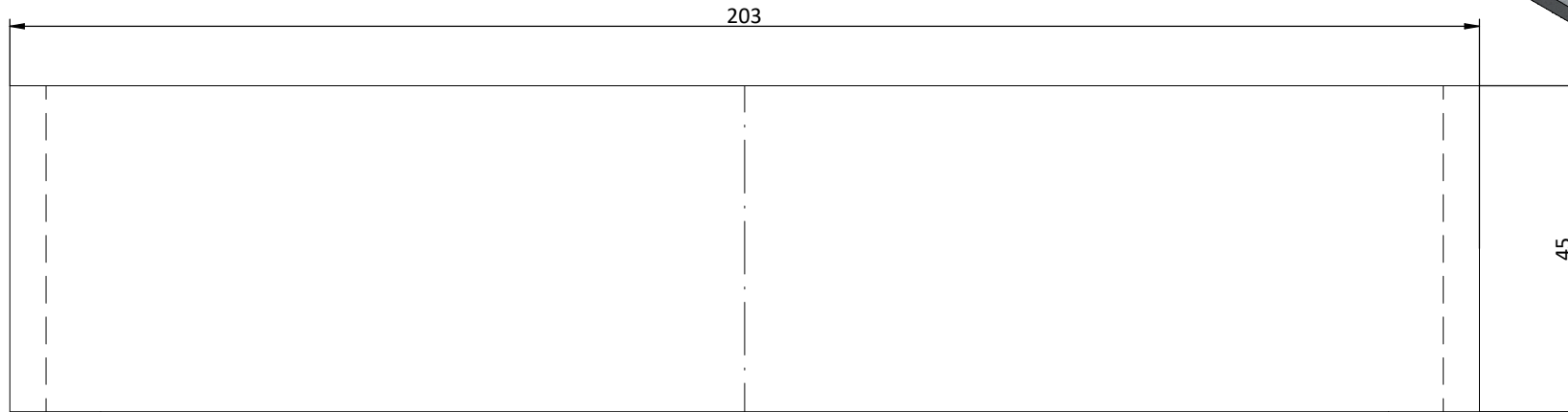
Dibujado	Alex Regatos	14/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				
Comprobado	Oscar Farrerons	14/03/2019					
Fabricación	TFG	 	<b>Espàrrac</b>				
Plano	P09	Peso	Material				A4-
Archivo	TFG P09 esparrac.dft		Cantidad	4	Hoja 1-1	Escala 1:1	Rev.
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$							

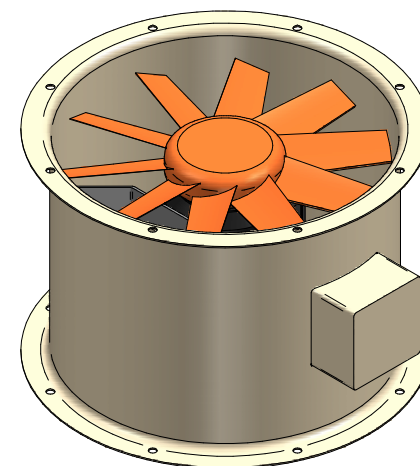
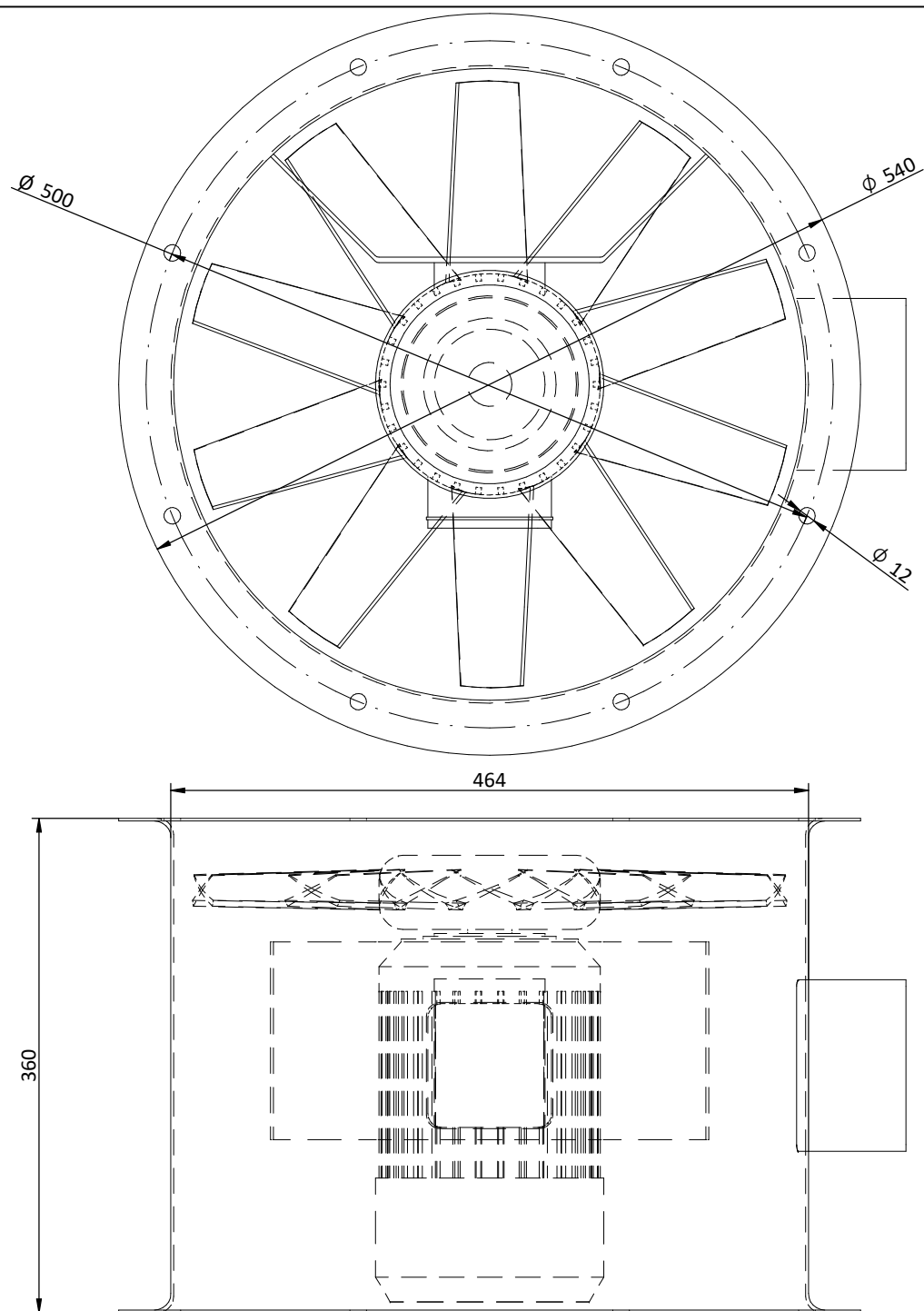






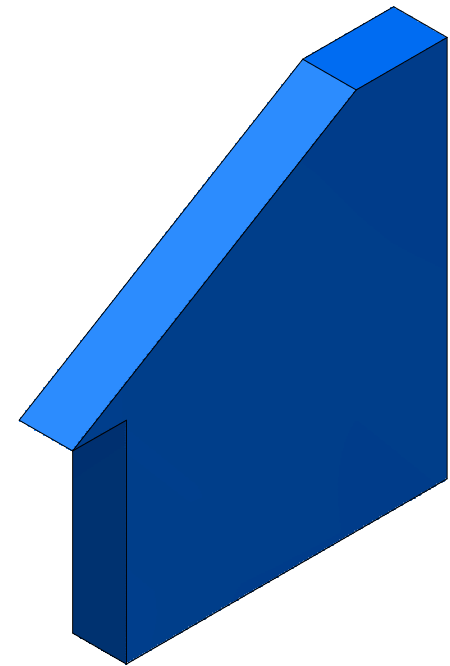
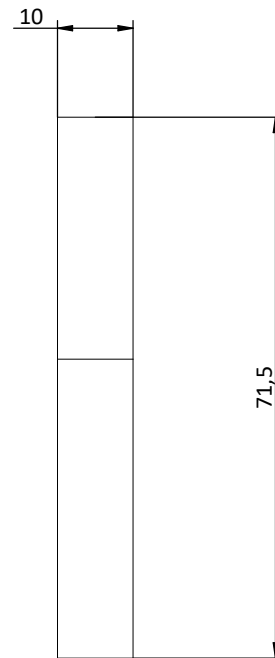


Dibujado	Alex Regatos	17/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est					
Comprobado	Oscar Farrerons	17/03/2019						
Fabricación	TFG		<b>Suport ventiladors</b>					
Plano	P11	Peso	24,907 kg	Material	S-235JR		A4-H	
Archivo	TFG P11 suport ventiladors.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:10	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5°								

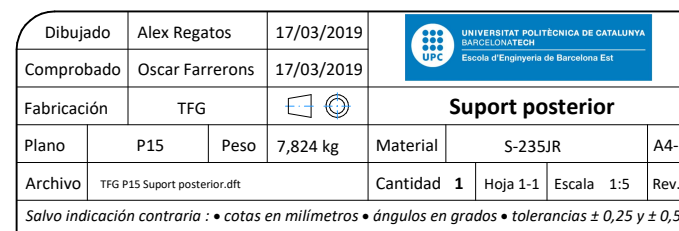


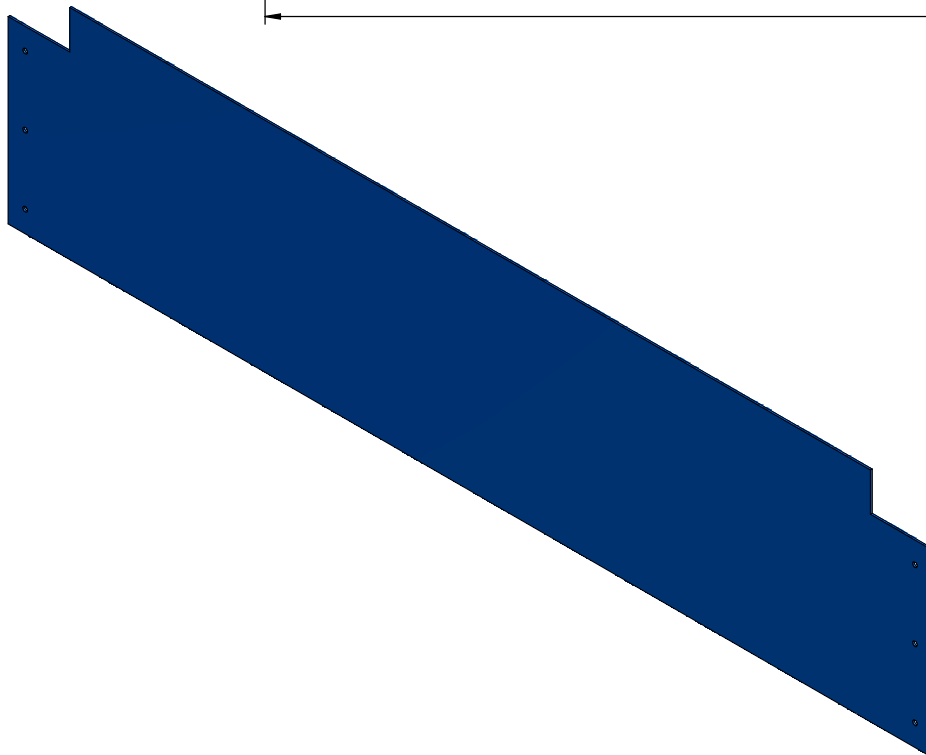


Dibujado	Alex Regatos	17/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	17/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Ventilador</b>			
Plano	P13	PeS: Sin referencia	Material	S-235JR		A4-H
Archivo	TFG P13 Ventilador.dft		Cantidad	2	Hoja 1-1	Escala 1:5
Rev. 1						
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5^\circ$						

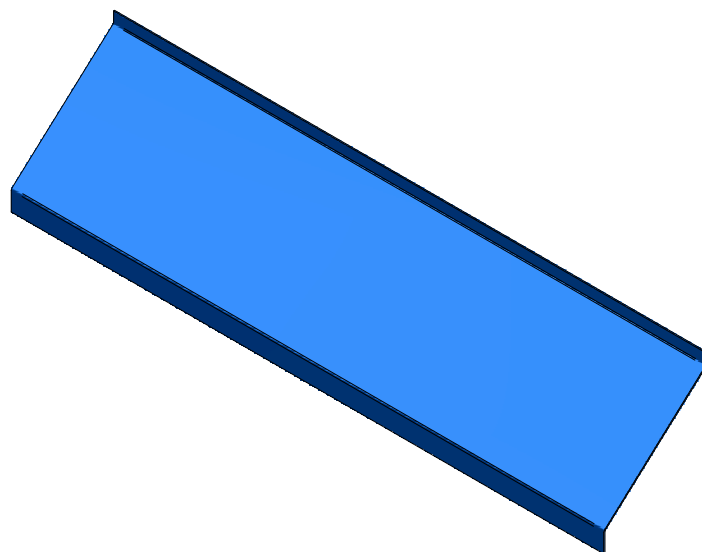
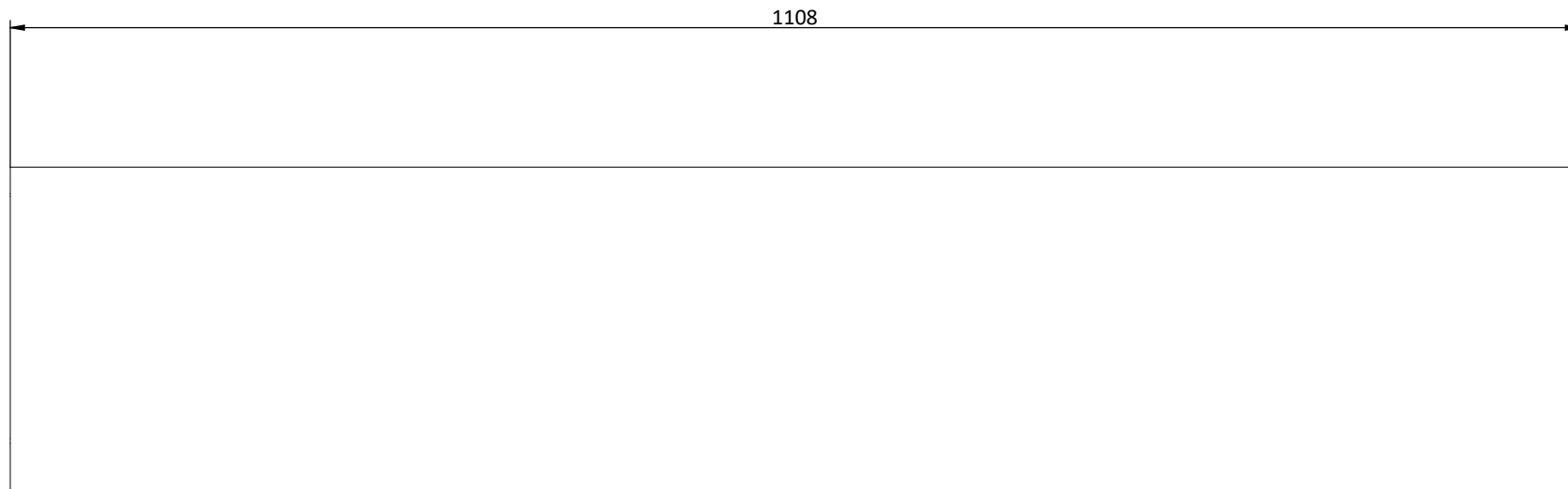
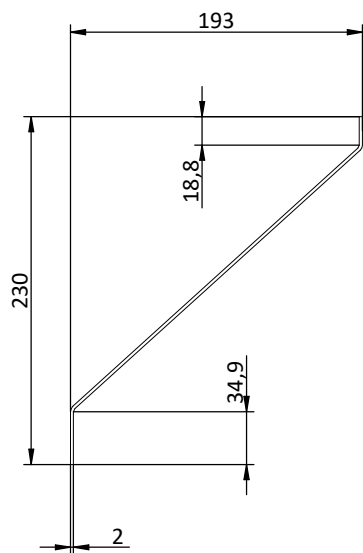



Dibujado	Alex Regatos	17/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est.			
Comprobado	Oscar Farrerons	17/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Final carrera càrrega</b>			
Plano	P14	Peso	0,302 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P14 Final carrera càrrega.dft			Cantidad	2	Hoja 1-1    Escala 1:1    Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25</math> y <math>\pm 0,5</math> •</i>						

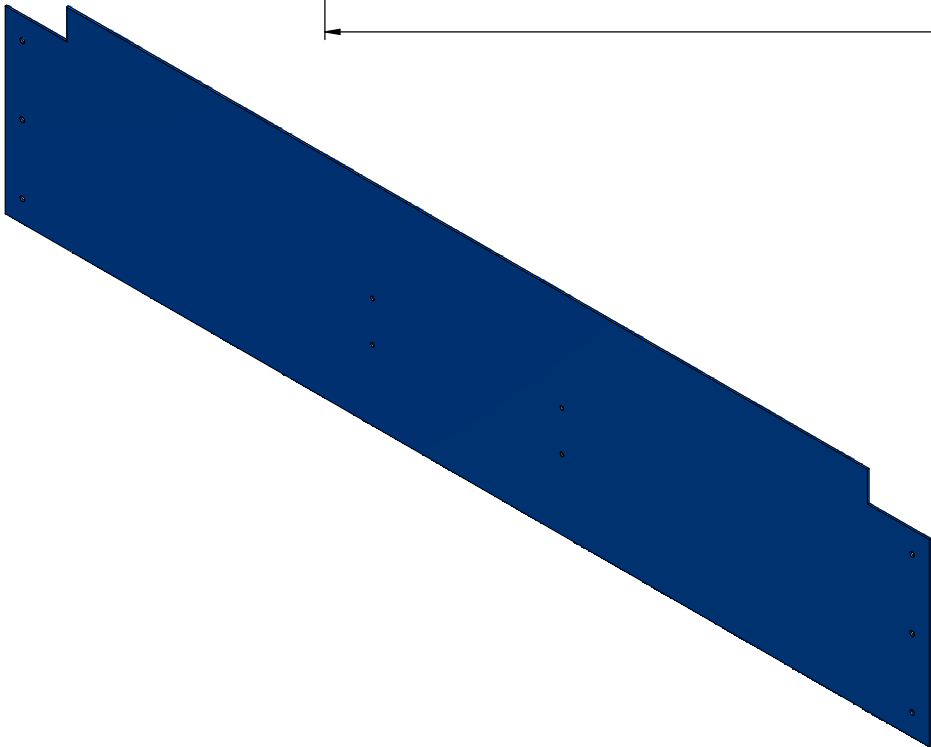




Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias  $\pm 0,25$  y  $\pm 0,5^\circ$

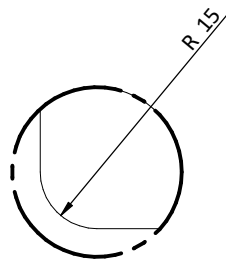


Dibujado		Alex Regatos		17/03/2019		 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>			
Comprobado		Oscar Farrerons		17/03/2019					
Fabricación		TFG				Xapa lateral			
Plano	P17		Peso	5,591 kg	Material	S-235JR			A4-H
Archivo	TFG P17 Xapa lateral.dft				Cantidad	2	Hoja 1-1	Escala 1:5	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$									



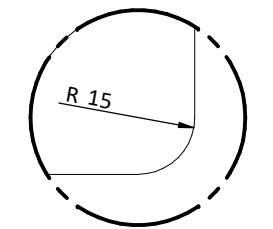
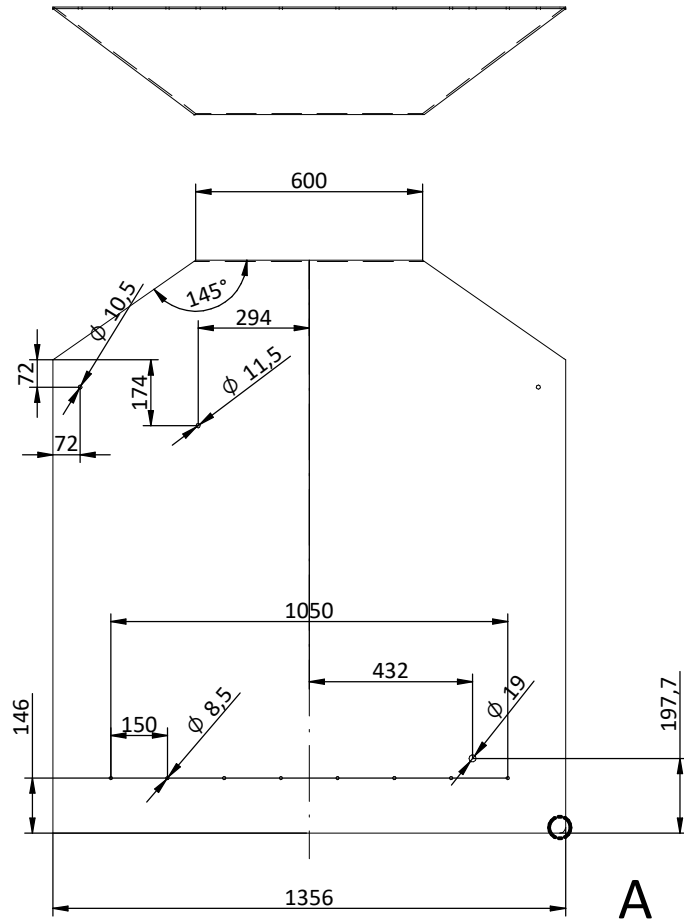
Dibujado	Alex Regatos	17/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	17/03/2019				
Fabricación	TFG		<b>Xapa davantera</b>			
Plano	P18	Peso	4,164 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P18 Xapa davantera.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1   Escala 1:5   Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25 y \pm 0,5</math></i>						



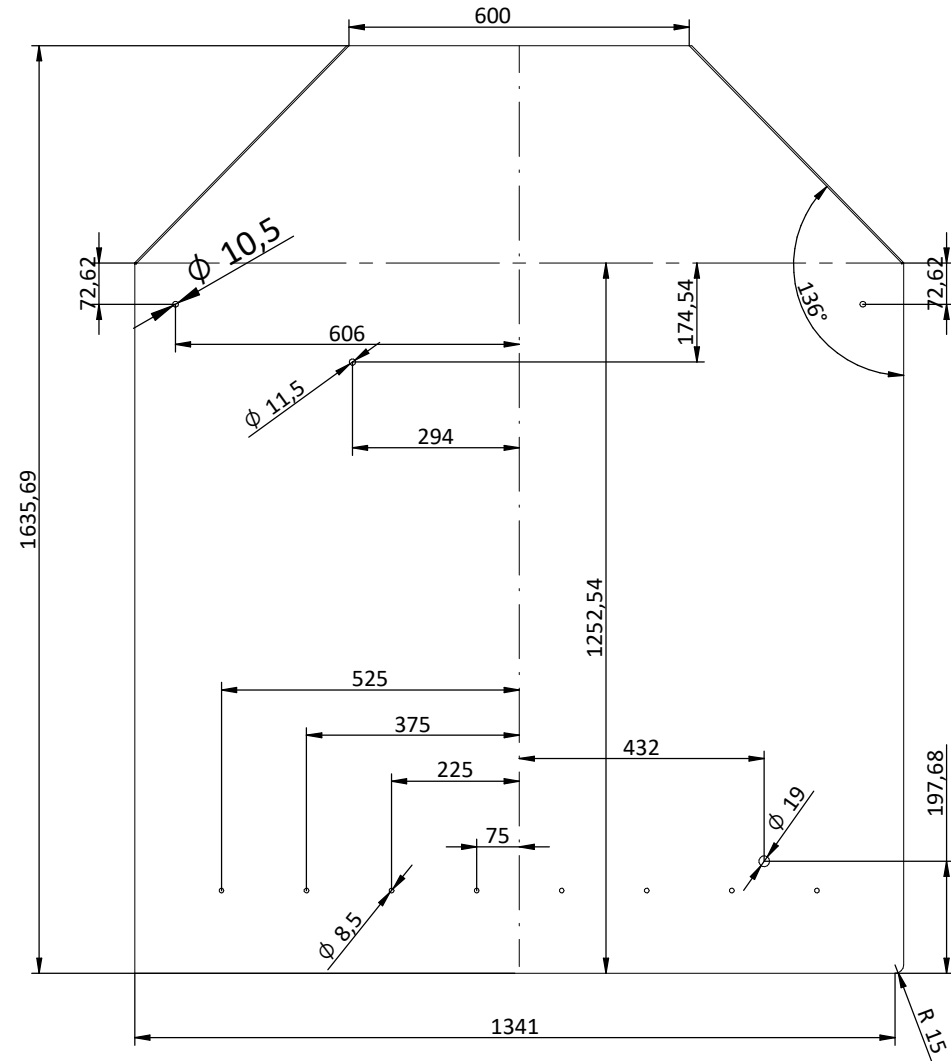




Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019				
Fabricación	TFG		<b>Campana dreta</b>			
Plano	P19	Peso	57,228 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P19 Campana dreta.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1    Escala 1:13,3    Rev. 1
<i>Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias <math>\pm 0,25</math> y <math>\pm 0,5</math>"</i>						

## DESARROLLO CHAPA

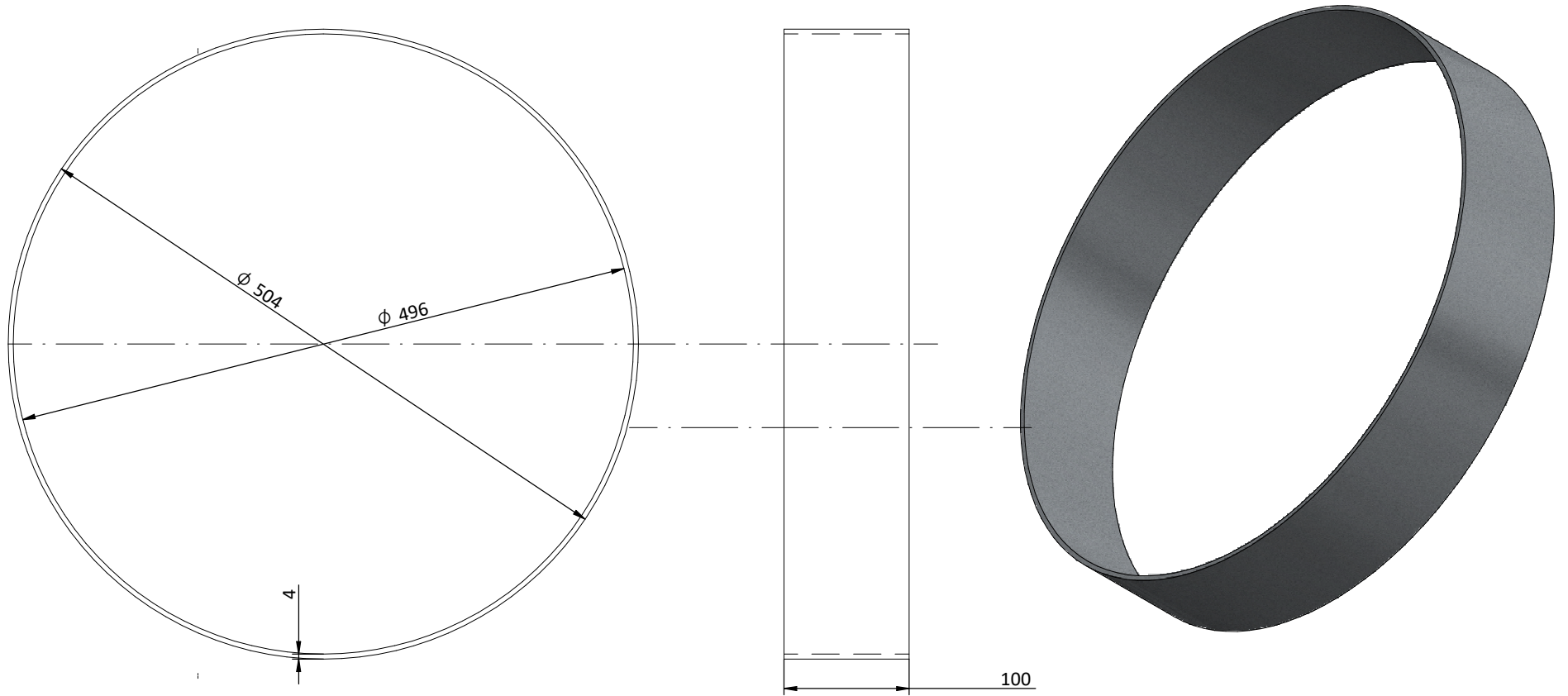


DETALLE A



Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est			
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019				
Fabricación	TFG		Campana esquerra			
Plano	P20	Peso	57,382 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P20 Campana esquerra.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1
				Escala	1:13,3	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5°						

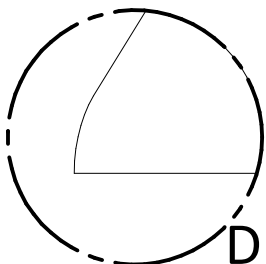
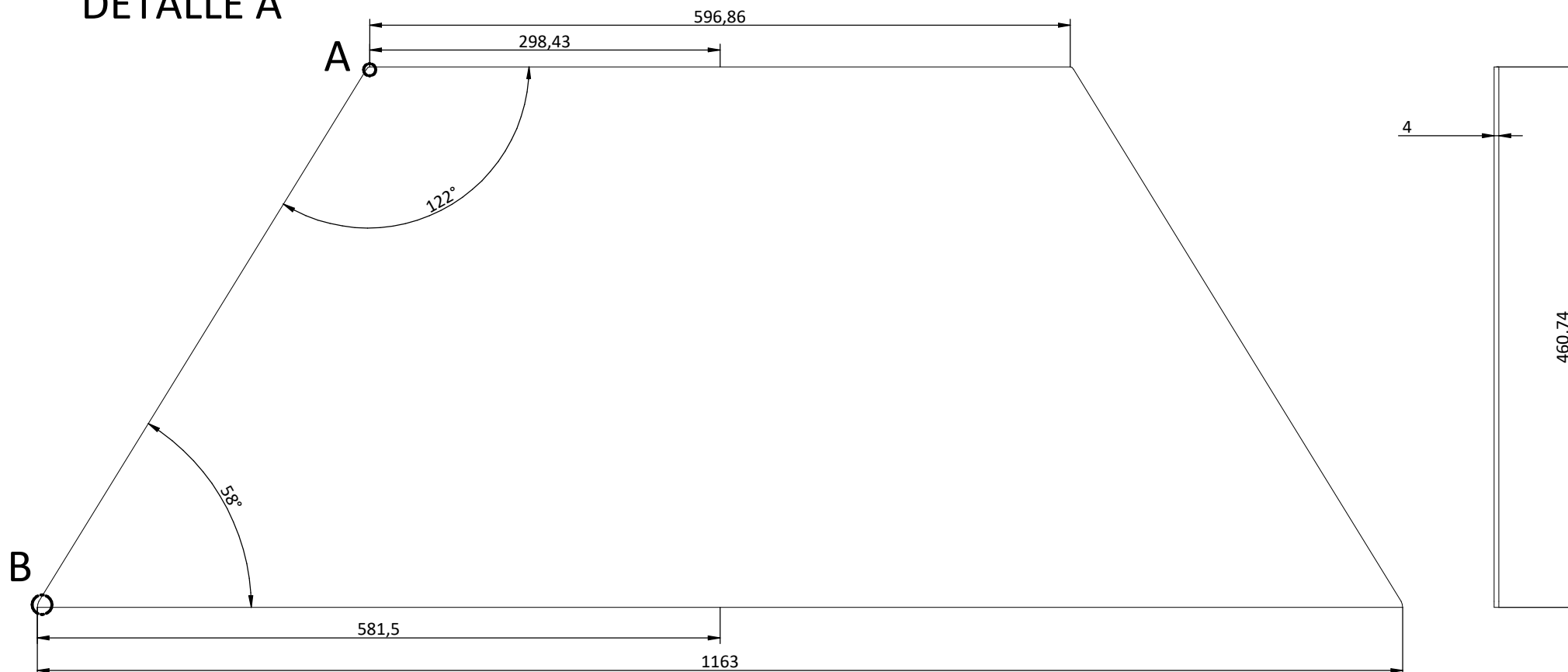
DESARROLLO CHAPA:  
100X1570,8X4mm






Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est.				
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019					
Fabricación	TFG	 	<b>Xemeneia</b>				
Plano	P21	Peso	5,044 kg	Material	S-235JR		A4-H
Archivo	TFG P21 Xemeneia.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:5 Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$ "							

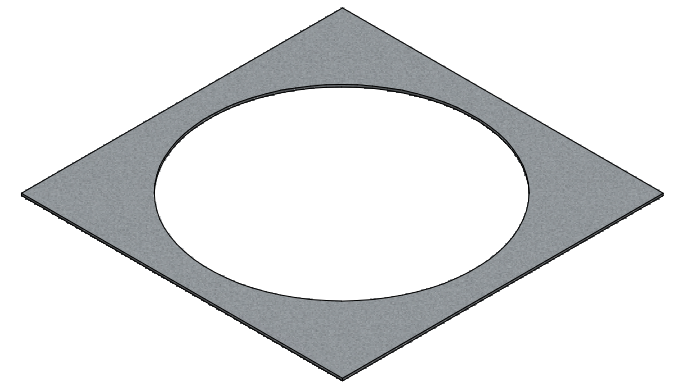





Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est					
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019						
Fabricación	TFG		<b>Aleta xemeneia</b>					
Plano	P22	Peso	2,609 kg	Material	S-235JR		A4-	
Archivo	TFG P22 Aleta xemeneia.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:5	Rev.
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$								

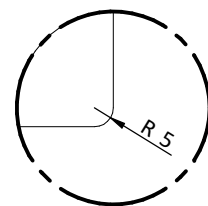





## DETALLE B

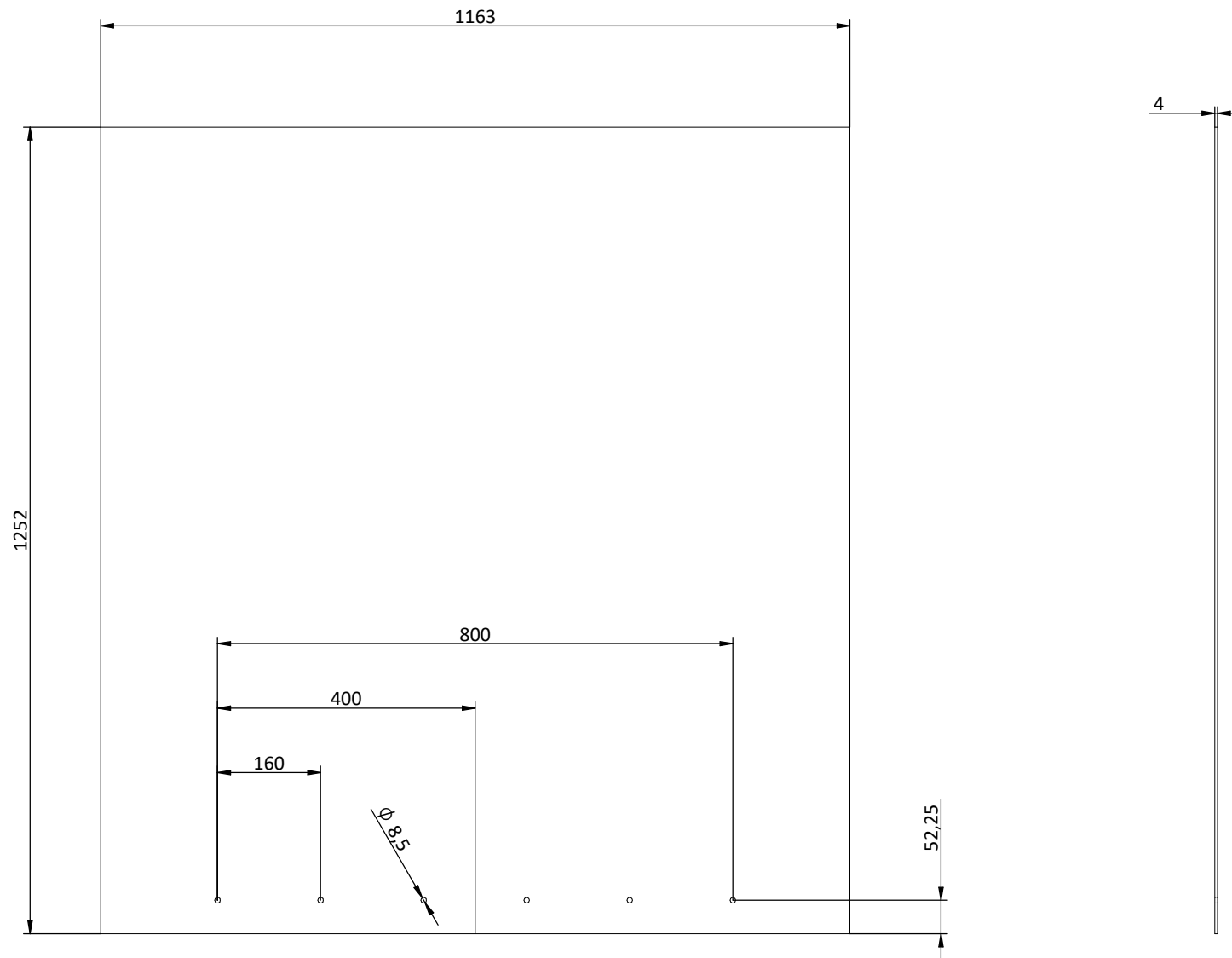
Dibujado		Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				
Comprobado		Oscar Farrerons	25/04/2019					
Fabricación		TFG	 	Campana superior				
Plano	P23	Peso	13,068 kg	Material	S-235JR		A4-	
Archivo	TFG P23 Campana superior.dft			Cantidad	2	Hoja 1-1	Escala 1:5	Rev.
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$								





Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>					
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019						
Fabricación	TFG	 	<b>Campana sostre</b>					
Plano	P24	Peso	3,355 kg	Material	S-235JR	A4-H		
Archivo	TFG P24 Campana sostre.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:5	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$ "								



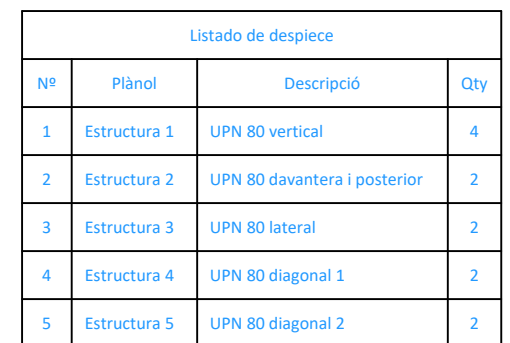
Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est					
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019						
Fabricación	TFG	 	Campana entrada					
Plano	P25	Peso	9,813 kg	Material	S-235JR	A4-H		
Archivo	TFG P25 Campana entrada.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:5	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5^*$								





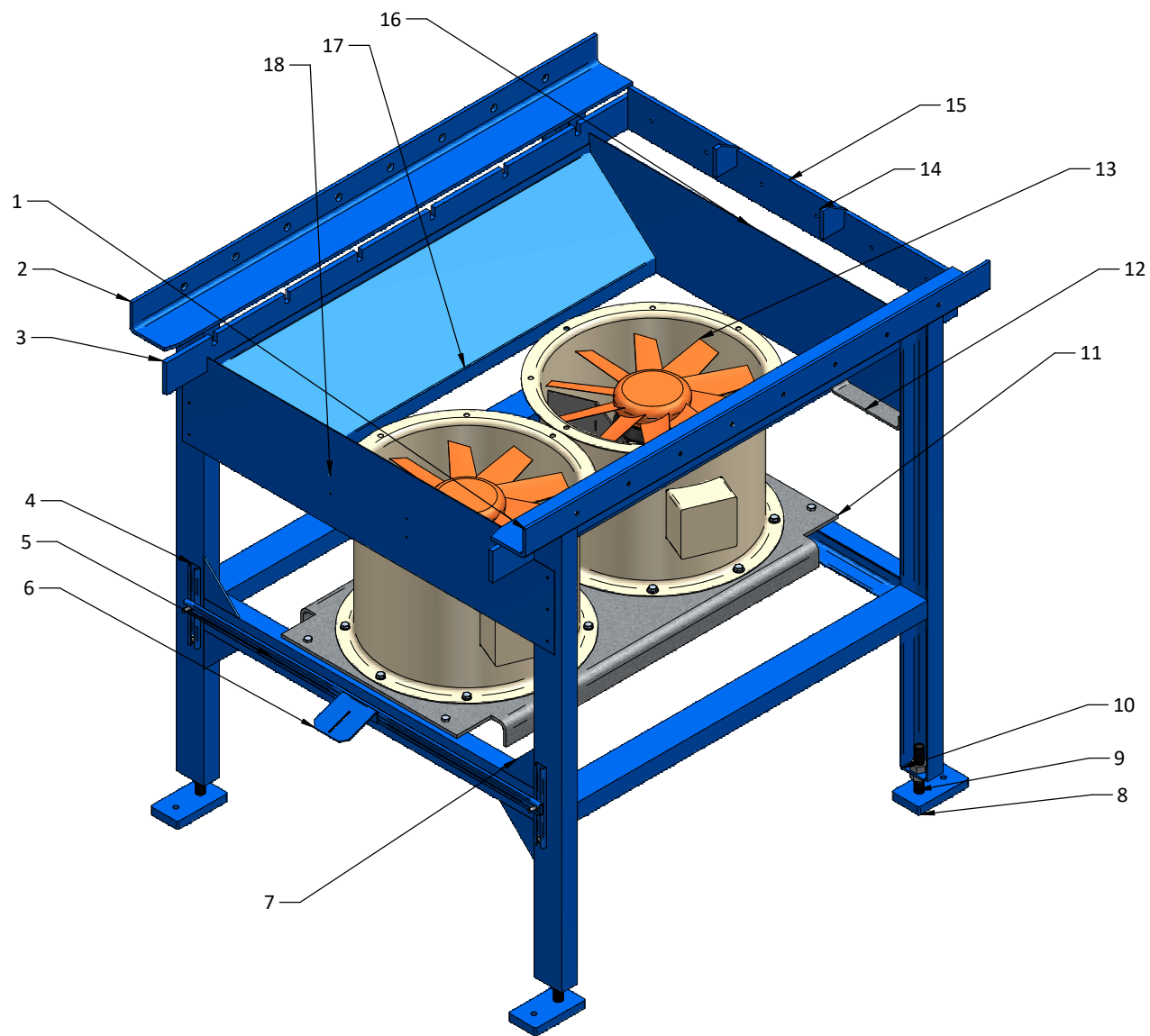
Dibujado	Alex Regatos	25/04/2019	 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>			
Comprobado	Oscar Farrerons	25/04/2019				
Fabricación	TFG		Campana posterior			
Plano	P26	Peso	46,741 kg	Material	S-235JR	A4-H
Archivo	TFG P26 Campana posterior.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1
				Escala	1:5	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5^\circ$						






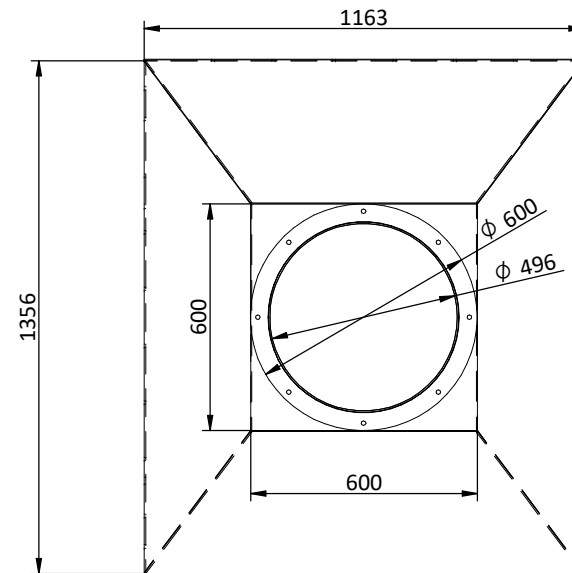
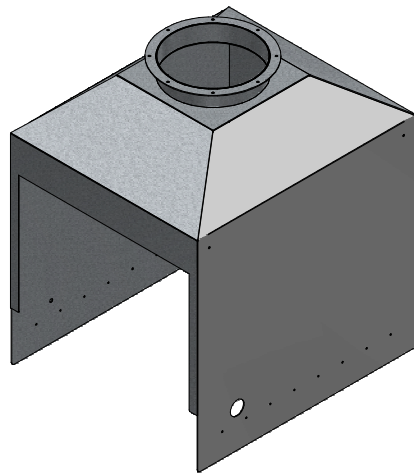
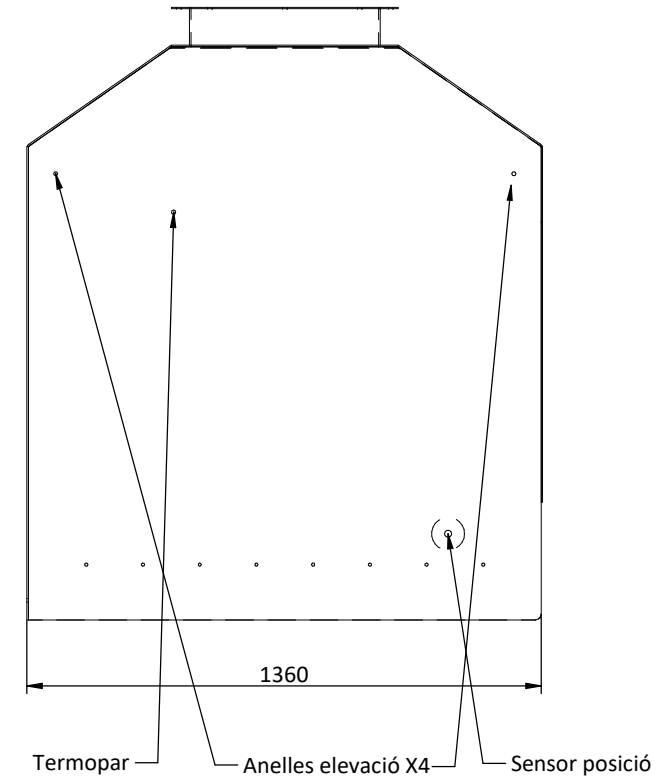
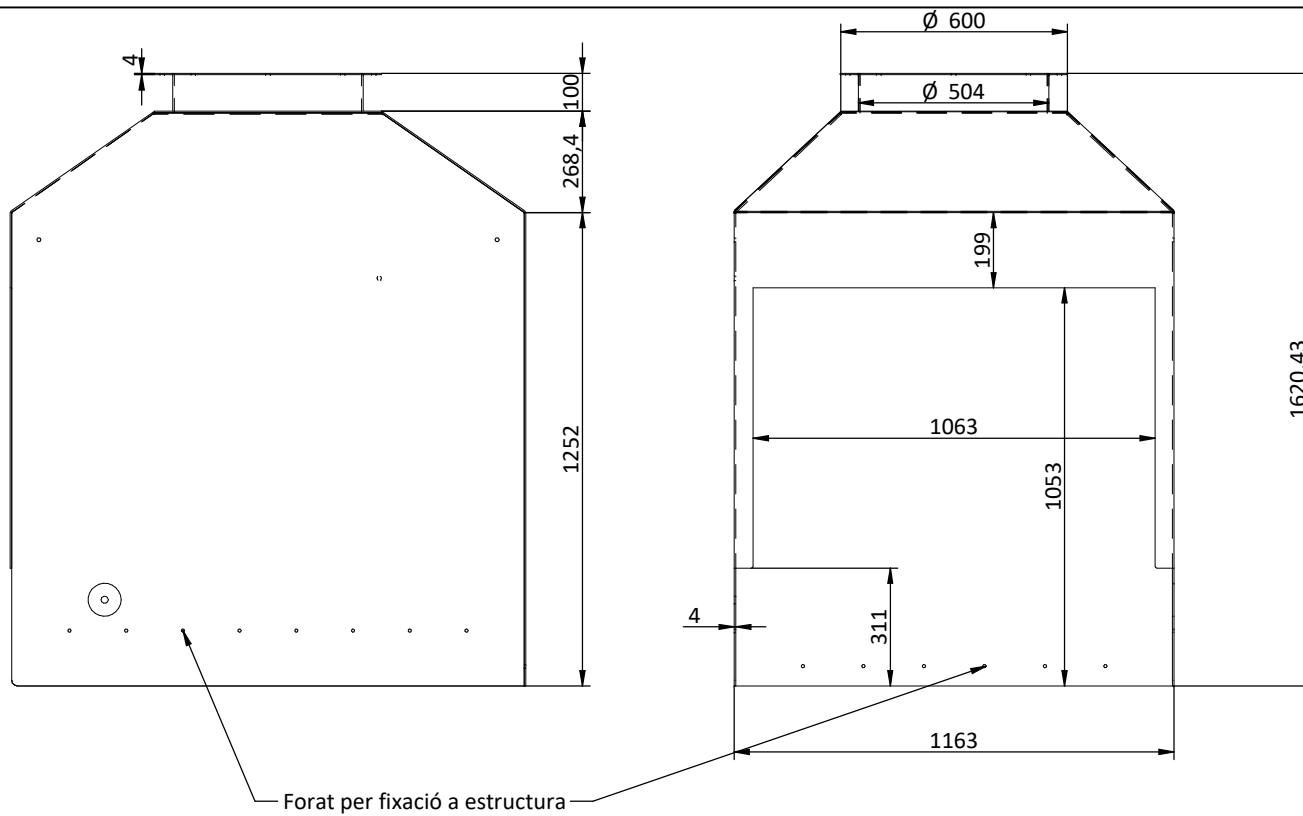


Dibujado	Alex Regatos	16/03/2019	 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est					
Comprobado	Oscar Farrerons	16/03/2019						
Fabricación	TFG	 	<b>Estructura</b>					
Plano	TR02	Peso		Material	S-235JR		A4-H	
Archivo	TFG TR02 Estructura.dft			Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:20	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5$ "								



Listado de despiece			
Nº	Plano	descripción	Qty
01	P01	Patí dret	1
02	P02	Patí esquerra	1
03	P03	Porta rodets	2
04	P04	Porta guia	2
05	P05	Guia	1
06	P06	Posicionament carro	1
07	P07	Escuadra reforç	4
08	P08	Pota	4
09	P09	Espàrrec	4
10	P10	Suport pota	4
11	P11	Suport ventiladors	1
12	P12	Suport xapa	4
13	P13	Ventilador	2
14	P14	Final carrera càrrega	2
15	P15	Suport posterior	1
16	P16	Xapa posterior	1
17	P17	Xapa lateral	2
18	P18	Xapa davantera	1

Dibujado		Alex Regatos		22/03/2019		 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est				
Comprobado		Oscar Farrerons		22/03/2019						
Fabricación		TFG				Taula despiece				
Plano	TR03		Peso			Material				A4-H
Archivo	TFG TR03 Taula despiece.dft					Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:14	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias ± 0,25 y ± 0,5°										



Dibujado		Alex Regatos		16/05/2019		 <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola d'Enginyeria de Barcelona Est</div>				
Comprobado		Oscar Farrerons		16/05/2019						
Fabricación		TFG				<b>Campana extracció</b>				
Plano	TR04		Peso	215Kg		Material	S-235JR		A4-H	
Archivo	TFG TR04 Campana extracció.dft					Cantidad	1	Hoja 1-1	Escala 1:20	Rev. 1
Salvo indicación contraria : • cotas en milímetros • ángulos en grados • tolerancias $\pm 0,25$ y $\pm 0,5^\circ$										